10

Was wissen wir

über Pupillenreflexzentren und Pupillenreflexbahnen?

Von

Prof. Dr. L. Bach,

Direktor der Universitäts-Augenklinik zu Marburg a. L.

Mit 9 Abbildungen im Text und 3 Tafeln.

COLLEGE OF SURGEONS OF [illegible]
12 [illegible] 24

BERLIN 1904.
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

Was wissen wir

über Pupillenreflexzentren und Pupillenreflexbahnen?

Von

Prof. Dr. L. Bach,

Direktor der Universitäts-Augenklinik zu Marburg a. L.

Mit 9 Abbildungen im Text und 3 Tafeln.

Berlin 1904.

VERLAG VON S. KARGER

KARLSTRASSE 15.

SONDER-ABDRUCK

AUS

ZEITSCHRIFT FÜR AUGENHEILKUNDE. BD. XI.

Gedruckt bei Imberg & Lefson in Berlin SW.

Was wissen wir über Pupillenreflexzentren und Pupillenreflexbahnen?

Von

L. BACH

in Marburg.

(Hierzu Taf. VI—VIII.)

Mannigfache Erweiterung, mannigfache Änderung haben unsere Anschauungen über die die Pupille beeinflussenden Zentren und Bahnen in den letzten Jahren erfahren.

Es dürfte daher gerechtfertigt und manchem Kollegen erwünscht sein, wenn ich im Zusammenhang mit der Mitteilung neuer eigner Untersuchungen und Erfahrungen den Versuch mache, eine kurze Darstellung dessen zu geben, was wir jetzt über Pupillenzentren und Pupillenreflexbahnen wissen oder zu wissen glauben.

Besonders glaubte ich auf die Punkte eingehen zu sollen, über die in den letzten Jahren Kontroversen bestanden und zum Teil noch bestehen, damit auch die Kollegen sich ein Urteil bilden können, denen es nicht möglich war, sich mit der bezüglichen Literatur eingehender zu befassen.

Im Interesse der Sache war es nötig, zum Teil scharfe Kritik zu üben.

Beginn der Reflexbahn. — Netzhaut.

Die Pupillarreflexbahn beginnt in der Netzhaut. Welche Gebilde der Netzhaut dabei zunächst erregt werden, ist nicht bekannt.

Die einen nehmen an, dass der Reflex in der Stäbchen- und Zapfenschicht ausgelöst werde, von da auf die bipolaren Zellen und dann auf die Ganglienzellen der Retina übergehe, die anderen sind der Ansicht, dass der Pupillenreflex in den amakrinen (pararetikulären) Zellen der Netzhaut seinen Ursprung nehme. Im letzteren Falle dürfte es wahrscheinlich sein, dass von den amakrinen Zellen die Erregung auf die Ganglienzellen der Netzhaut übertragen wird, denn Verfasser konnte nach Durchschneidungen des Opticus beim Kaninchen keine Veränderungen in den amakrinen Zellen, sondern lediglich in den Ganglienzellen feststellen.

Die Anschauung, dass die amakrinen Zellen die Ursprungsstätte des Pupillenreflexes darstellen, gründet sich auf die Beobachtung, dass bei Erkrankungen, die ihren Sitz in den äusseren Schichten der Netzhaut haben, die Pupillenreaktion viel weniger gestört wird, als bei Erkrankung der inneren Schichten. Es dürfte sich empfehlen, zur festeren Begründung dieser Anschauung weitere Beobachtungen bei einwandfreier Untersuchungsmethode anzustellen. Zu exakten Untersuchungen in dieser Frage dürfte vielleicht der von R. Sommer[1]) angegebene Apparat zur Prüfung der Pupillenreaktion und Messung der Pupillenweite zu empfehlen sein. Untersuchungen mit diesem Apparat sind in der hiesigen Augenklinik im Gange.

Bezüglich der flächenhaften Ausdehnung der Anfangsglieder des Pupillenreflexes sind fast alle Untersucher der letzten Jahre darin einig, dass nicht allein die Gegend der Macula lutea, sondern auch die peripheren Partien der Netzhaut den Lichtreflex der Pupille auszulösen vermögen; allerdings scheint die Macula eine besonders bedeutungsvolle Stelle dafür zu sein. Eine zwingende Beweisführung nach der Richtung wäre erwünscht.

Opticus.

In dem Opticus verlaufen die Pupillenreflexfasern untermischt mit den Sehfasern, und man darf wohl annehmen, dass sie über den ganzen Sehnervenquerschnitt verteilt sind. Vielleicht ist die von manchen Autoren beobachtete ver-

[1]) Lehrbuch der psychologischen Untersuchungsmethoden. 1899.

schiedene Kalibrierung der Opticusfasern auf ihre verschiedene Funktion — Sehfasern, Pupillenreflexfasern — zu beziehen, vielleicht ist dieselbe aber auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass in dem Opticus zentripetal und zentrifugal ziehende Fasern vorhanden sind.

Chiasma.

Im Chiasma findet eine Trennung der Pupillenreflexfasern in ungekreuzt verlaufende und in sich kreuzende Fasern statt. Die Zahl der sich kreuzenden Fasern dürfte überwiegen. Es spricht dafür neben dem Resultate der anatomischen Untersuchung auch die klinische Beobachtung, dass die direkte Pupillenreaktion die indirekte Reaktion an Stärke etwas übertrifft. (Siehe später bei zweiter motorischer Kreuzung.)

Tractus opticus.

Im Tractus opticus verlaufen zunächst die Pupillenreflexfasern mit den anderen Fasern untermischt. Kurz vor dem Corpus geniculatum laterale vereinigen sich jedoch die Pupillenreflexfasern zu einem Bündel, welches zu dem vorderen Vierhügelarm hinzieht und sich daselbst beim Menschen und Affen nur eine kurze Strecke in das Vierhügeldach verfolgen lässt.

Die Pupillarreflexbahn im Bereich des vorderen Vierhügels.

Es wurde eben gesagt, dass sich die Pupillarreflexfasern beim Menschen und beim Affen nicht weit in das Gebiet des vorderen Vierhügels herein verfolgen lassen. Etwas weiter herein lassen sie sich bei der Katze verfolgen. Soweit dürfte anzunehmen sein, dass das in der Netzhaut beginnende erste Neuron der Pupillarreflexbahn sowie der Reflexbahn für die äussern Augenmuskeln im lateralen Vierhügelgebiet endet.

„Von dem lateralen Vierhügelgebiet aus, geht die Erregung über auf grosse Zellen, deren Axenzylinderfortsätze sich ventral- und medianwärts wenden, ventral am Okulomotoriuskern vorüberziehen und sich in der Raphe kreuzen, um darauf caudalwärts einzubiegen und zu Fasern des Fasciculus longitudinalis posterior und des Fasciculus longitudinalis praedorsalis zu werden. Diese Fasern geben Kollaterallen ab, die sich zwischen den Ganglienzellen der Okulomotoriuskerne und weiter caudalwärts zwischen den Zellen des Trochlearis und des Abducens aufsplittern. Sie stellen also die anatomische Verbindung zwischen den Opticusfasern und den Ursprungszellen aller motorischen Augennerven

dar.“ (Held, Ramon y Cajal, van Gehuchten, Edinger, Déjèrine.)

Ich kann auf Grund eigener Untersuchungen diesen Autoren nur beipflichten, möchte jedoch hinzufügen, dass ein Teil der Fasern schon vor der Kreuzung in der Raphe sich dem hinteren Längsbündel zugesellt und auf die Zellen der Augenmuskelkerne derselben Seite einwirkt.

Beim Studium von Weigertserien durch das Vierhügelgebiet beim Menschen, Affen und Katzen habe ich mich überzeugt, dass ein Teil der ventral von dem Okulomotoriuskern

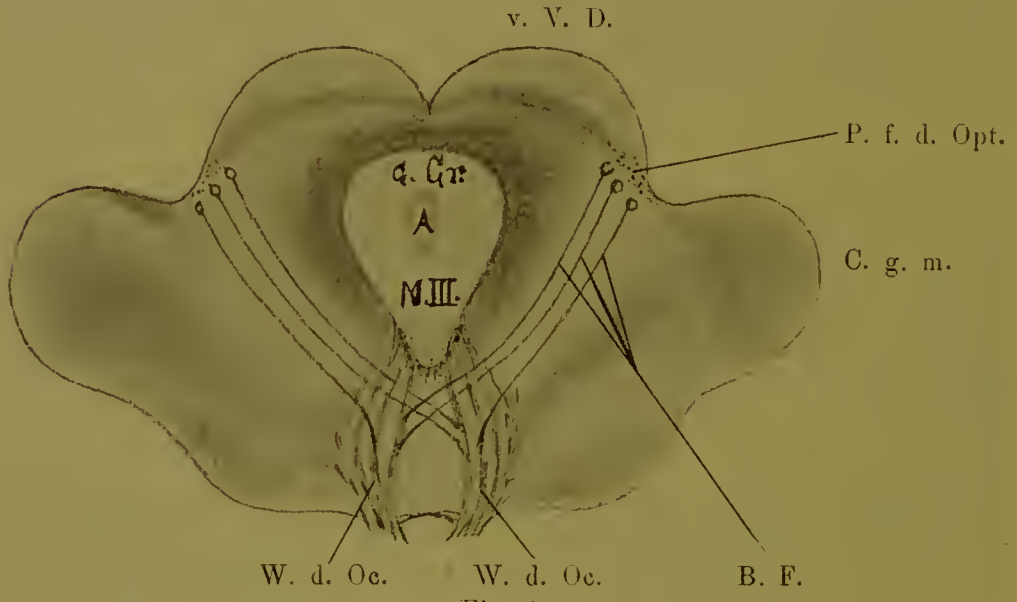


Fig. 1.

Frontalschnitt durch den vorderen Vierhügel der Katze.

v. V. D. = Vorderes Vierhügeldach. C. Gr. = Centrales Höhlengrau. A. = Aquaeductus Sylvii. N. III. = Kern des Oculomotorius. P. f. d. Opt. = Endigungen von Pupillarreflexfasern des Opticus. B. F. = Bogenfasern (schematisch gehalten!). C. g. m. = Corpus geniculatum mediale. W. d. Oc. = Wurzelbündel des N. Oculomotorius.

hinziehenden Bogenfasern in die Richtung der durch das Pedunculusgebiet hinziehenden Wurzelbündel des Nervus oculomotorius einbiegt und sich diesen Wurzelbündeln anschliesst. Ein kleinerer Teil dieser Bogenfasern gesellt sich den Wurzelbündeln des Okulomotorius derselben Seite zu, der grössere Teil geht eine Kreuzung in der Mittellinie ein und schliesst sich den Okulomotoriuswurzelbündeln der anderen Seite an. — Siehe obenstehende schematische Abbildung. — Sie verlaufen dann im Stamm des Nervus oculomotorius, gelangen von da in das Ganglion ciliare — das gewissermassen nach der Peripherie vorgeschobene Kerngebiet für

die inneren Augenmuskeln — und ziehen von hier aus zum Sphinkter pupillae.

Diese Annahme wird gestützt durch Resultate, zu denen Majano[1]) kam.

Majano konnte bei sorgfältigen anatomischen Untersuchungen feststellen, dass die Opticusfasern in die vorderen Vierhügel eindringen und sich in der Nähe des lateralen Kernes der vorderen Vierhügel auffasern. Aus diesem lateralen Kern der vorderen Vierhügel entspringt das Prädorsal- oder Sublongitudinalbündel, das nach Majano einen Teil des Pupillarreflexbogens darstellt. Es zieht schräg nach unten im Bereich der Meynert'schen Fasern gegen die Medianlinie und legt sich der Markkapsel der roten Kerne an. Dort angelangt, steigt ein kleiner Teil seiner Fasern direkt nach unten, wobei er eine nach aussen leicht konkave Richtung nimmt und vereinigt sich mit den Wurzelfasern des Okulomotorius derselben Seite. Der Hauptteil dagegen kreuzt sich in der Medianlinie mit den Fasern der entgegengesetzten Seite und nimmt dann für eine kurze Strecke einen schräg horizontalen Verlauf von vorn nach hinten und ein wenig von innen nach aussen, um sich dann von neuem nach unten zu wenden und sich gleichfalls mit den hier absteigenden Wurzelfasern des Okulomotorius der gekreuzten Seite zu vereinigen.

Majano kommt auf Grund seiner eigenen Befunde und der von ihm angeführten Befunde anderer Autoren zu dem Schlusse, es sei unwiderleglich bewiesen, dass man **das Ursprungscentrum für den Pupillarreflex in dem lateralen Teile der vorderen Vierhügel zu suchen habe.**

Mit der eben vertretenen Anschauung einer Endigung des ersten Neurons des Pupillarreflexbogens im lateralen Teile der vorderen Vierhügel stehen die Befunde Bernheimer's[2]) im Widerspruch.

Bernheimer gibt mit aller Bestimmtheit an, er habe nach der Evisceratio bulbi und nach Sehnervendurchschneidungen beim Affen, unter Benutzung der Marchi'schen Methode, die Degeneration der Pupillarreflexfasern nicht nur bis zum lateralen Vierhügelgebiet verfolgen können,

[1]) Majano, Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurologie. Bd. XIII. H. 1.
[2]) Bernheimer, v. Gräfe's Archiv f. Ophthalmol. Bd. XLVII. S. 1.

sondern bis zum Okulomotoriuskern.' Der Faserzug, den er beobachtete, zog nach dem Eintritt in die laterale Vierhügelgegend im bogenförmigen Verlauf nach hinten oben, dann nach vorn unten bis unter das Niveau des Aquäductus Sylvii zur Gegend des laterales Kopfendes der kleinzelligen, paarigen Medialkerne (Edinger-Westphal'sche Kerne) des Okulomotoriuskernes. „Sie erreichen die Gegend des lateralen Kopfendes der paarigen kleinzelligen Medialkerne.“ [1])

Verfasser hat der Auffindung dieses Zuges bei experimentellen Untersuchungen an Tauben, Kaninchen, Katzen und Affen ganz besondere Aufmerksamkeit zugewandt und sich auf Grund seiner Befunde wie folgt geäussert [2]):

Direkte Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern.

Infolge der bestimmten Angaben Bernheimer's habe ich speziell darauf geachtet, ob eine direkte Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern besteht. Es wurde die Versuchsdauer und die Schnittrichtung verschiedentlich modifiziert, um hierüber möglichste Klarheit zu bekommen. Ich glaube nun in Übereinstimmung mit v. Monakow, Dimmer und anderen mit Bestimmtheit angeben zu können, dass keine direkte, sondern eine indirekte Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern besteht. Ich glaube mich überzeugt zu haben, dass Bernheimer's Angaben auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind. Bevor ich in eine genauere Motivierung meines Standpunktes eintrete, möchte ich bemerken, dass es mir bei der der Durchsicht der Literatur nicht gelungen ist, eine Stütze für Bernheimer's Angaben zu finden, denn soviel ich sehe, ist an keiner Stelle ein wirklicher Zusammenhang centripetaler Bahnen mit centrifugalen, speziell mit motorischen Ganglienzellen erwiesen.

Auf Grund der Resultate meiner experimentellen Forschungen bin ich aus folgenden Gründen gegen Bernheimer's Annahme der direkten Verbindung von Optikus und Okulomotoriuskern:

Bei der Taube besteht, wie aus der Zeichnung schon hervorgehen dürfte — ich bemerke, dass meine sämtlichen Zeichnungen naturgetreu, nicht schematisch sind — auch nicht im entferntesten die Möglichkeit, eine solche direkte Verbindung anzunehmen. Ende des Optikus und Okulomotoriuskern sind in allen Schnitten der

[1]) Im Original nicht durchschossen gedruckt.

[2]) Bach, Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XVII. 1900. S. 428.

Serie durch eine ziemlich breite, ganz körnchenfreie Zone von einander getrennt. Auf dem Wege der direkten, nächsten Verbindung geht überhaupt gar kein Faserzug vom Optikusende zum Okulomotoriuskern hin.

Beim Kaninchen finde ich beiderseits in den Radiär- und Bogenfasern, überhaupt in den Fasern, die das zentrale Höhlengrau begrenzen, die gleichen Schollenverhältnisse, obwohl bei einseitiger Evisceratio bulbi die Degenerationsschollen des Optikus nur im gekreuzten Vierhügel sich nachweisen lassen. Auch beim normalen Kaninchen finde ich in den in Frage stehenden Faserzügen dieselben Schollen in gleicher Zahl. Es ist stets ein körnchenfreier Zwischenraum zwischen den Degenerationsschollen in den äussersten Optikusendigungen und den Schollen des tiefen Graues der Haubenregion etc. vorhanden.

Bei der Katze finde ich in den Radiär- und Bogenfasern, in den das zentrale Höhlengrau begrenzenden Faserzügen etc. auch im normalen Gehirn eine grössere Zahl Schollen. Dieselbe ist grösser als die Zahl der daselbst beim Kaninchen vorhandenen Schollen. Nach einseitiger Evisceratio bulbi ist die Zahl der Schollen im gekreuzten Vierhügeldach grösser wie im gleichseitigen, die Zahl der Schollen in den genannten Faserzügen jedoch eine gleiche auf beiden Seiten. Ein direkter Zusammenhang der Degenerationsschollen in den Optikusfasern mit den Schollen in den Bogen- und Radiärfasern ist nicht nachweisbar.

Bei dem Affen konnte ich die Degenerationsschollen nur in der lateralen Hälfte des Vierhügeldaches nachweisen. Ein nennenswerter Unterschied in der Zahl der beiderseits vorhandenen Schollen bestand nicht. In den das zentrale Höhlengrau begrenzenden Faserzügen, in den Radiär- und Bogenfasern finde ich eine mässige Zahl kleiner Schollen, nur einzelne gröbere Schollen. Ich finde die Degenerationsschollen des Vierhügeldaches stets in derselben Zone desselben und konnte nirgends einen Zusammenhang dieser Schollen mit den Schollen in den genannten Faserzügen der Haubenregion nachweisen. Ein direkter Zusammenhang der Optikusfasern mit den Zellen des Okulomotoriuskernes, ein Endigen von Optikusfasern im Okulomotoriuskern oder in nächster Nähe des Okulomotoriuskernes konnte somit auch beim Affen nicht nachgewiesen werden.

Meine Untersuchungen haben mir keine Anhaltspunkte für die Annahme gebracht, dass die sogenannten Pupillarfasern später degenerieren, wie die Sehfasern. Es besteht daher kein Grund zu der Annahme, dass in dem von

Dimmer untersuchten menschlichen Gehirn die direkte Verbindung der Pupillarfasern mit dem Okulomotoriuskern deshalb nicht festgestellt werden konnte, weil der Termin für die Degeneration der Pupillarfasern ein zu kurzer war. Dimmer hat ebenso wie v. Monakow und ich den Zusammenhang des Optikus mit dem Okulomotoriuskern nicht nachweisen können, weil er faktisch nicht existiert. Bernheimer's gegenteilige Angabe beruht auf Untersuchungs- und Beobachtungsfehlern.

Ramon y Cajal nimmt bei der Darstellung seiner Ergebnisse über die Optikusendigungen, die er mit der Marchi'schen Methode erhielt, nicht eigens Bezug auf die Frage einer direkten Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern. Es dürfte die Annahme berechtigt sein, dass auch Ramon y Cajal nichts davon hat konstatieren können, denn sonst hätte er der Sache Erwähnung tun müssen, da seine Untersuchungen speziell mit der Golgi'schen Methode ergeben haben, dass die zentripetalen Optikusfasern im Stratum zonale des Vierhügels endigen und dort ihre Erregung auf andere Zellen übertragen.

Im gleichem Sinne äussert sich v. Kölliker. — Wer sich genauer über die Art und Weise und den Ort der Endigung der zentripetalen Optikusfasern, den Beginn der zentrifugalen Optikusfasern orientieren will, den verweise ich speziell auf v. Kölliker's Handbuch der Gewebelehre und auf Ramon y Cajal's Arbeit: „Beitrag zum Studium der Medulla oblongata etc." ins Deutsche übersetzt von J. Bresler, Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1896.

Ich halte mich für berechtigt, auf Grund der im Vorstehenden mitgeteilten eigenen Untersuchungsergebnisse, auf Grund der Mitteilungen von v. Monakow, Dimmer, v. Kölliker, Ramon y Cajal und anderen die Behauptung aufzustellen, dass ebenso wie an anderen Stellen des Nervensystems ein direkter Zusammenhang zentripetal leitender Nerven mit einem motorischen Nerven nicht nachgewiesen ist, auch der Nachweis einer direkten Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern nicht erbracht ist, dass dagegen ziemlich sicher bewiesen sein dürfte, dass nur eine indirekte Verbindung des Optikus mit dem Okulomotoriuskern besteht." Nachdem neuerdings durch Majano[1]) und den Verfasser die Tatsache festgestellt wurde, dass ein Teil der Bogenfasern sich

[1]) Majano. l. c.

den Wurzelbündeln des Okulomotorius beimischt, müssen Zweifel auftauchen, ob überhaupt der Okulomotoriuskern etwas mit der Lichtverengerung der Pupille zu tun hat. Ich wage es zur Zeit noch nicht, mich definitiv in dieser Hinsicht zu äussern. Weitere Untersuchungen werden wohl bald vollständige Aufklärung bringen.

Später schreibt Bernheimer[1]): „Die Endzweigchen der in das Vierhügeldach ausstrahlenden Sehnervenfasern kommen den Dendriten der Ganglienzellen der kleinzelligen Medialkerne wohl nahe, doch nicht so, dass ein unmittelbarer Kontakt zustande kommen könnte.

Es erscheint mir sehr wahrscheinlich, dass der Kontakt von jenen kleinen rundlichen Zellen mit ihren Dendriten vermittelt werde, welche zahlreich um das Oculomotoriuszentrum verstreut liegen und im ganzen zentralen Höhlengrau angetroffen werden. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass diese Zellen als „Schaltzellen“ im Sinne v. Monakow's aufzufassen sind und dass sie die Reize der zentripetal lichtleitenden Pupillarfasern auf die Ganglienzellen des kleinzelligen Medialkernes (Sphinkterkernes) für die zentrifugal leitenden, motorischen Fasern dieses Kernes übertragen.“

In der Diskussion zu meinem auf der 29. Versammlung der ophthalmol. Gesellschaft zu Heidelberg gehaltenen Vortrag sagt Bernheimer (S. 42): „Ich muss ausdrücklich bemerken, dass ich niemals, wie Herr Kollege Bach sagt, von anatomischen ‚Verbindungen‘ des Opticus mit den Sphinkterkernen und dieser untereinander gesprochen habe, sondern dass ich immer nur den Standpunkt vertreten habe, dass es sich um sogenannte anatomische ‚Beziehungen‘, d. h. ‚Kontaktwirkungen‘ der Dendriten, vermittelt durch Schaltzellen, handle.

Ich bemerke dazu, dass Bernheimer in seiner Arbeit, wo er das Ergebnis seiner experimentellen Untersuchungen mitteilt[2]), nicht von Schaltzellen spricht. Er gibt an, dass er die Pupillarreflexfasern bis unter das Niveau des Aquaeductus Sylvii zur Gegend des lateralen Kopfendes der kleinzelligen, paarigen Medialkerne habe verfolgen können, er sagt direkt, dass der vom Tractus in den vorderen Vierhügel eintretende Faserzug „die Gegend des lateralen Kopfendes der kleinzelligen Medialkerne erreicht“. Unsere

[1]) Bernheimer, Graefe-Saemisch, Handbuch der ges. Augenheilk. 2. Aufl. 16. Lieferung. S. 85 unten.

[2]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv. Bd. 47.

Kontroverse hat sich nie darum gedreht, ob nun von dieser Stelle aus eine anatomische Verbindung z. B. im Sinne Bethe's bestehe oder ob es sich um Kontaktwirkung z. B. im Sinne Ramon y Cajal's handle, sondern unsere Kontroverse dreht sich darum, ob tatsächlich vom lateralen Vierhügelgebiet bis zur Gegend des lateralen Kopfendes des kleinzelligen Medialkernes mittels der Marchi'schen Methode ein Degenerationsbündel sich nachweisen lässt oder nicht. Ich bestreite dies, und Bernheimer hat bis jetzt diese seine Behauptung nicht zurückgenommen.

Ich behaupte, dass die Veränderungen, die Bernheimer unter der Bezeichnung „Q. Bf." = Quer- u. Schrägschnitte der Bogenfasern abbildet, einen normalen Befund darstellen und dass die Degeneration des Opticus sich nicht bis dahin verfolgen lässt.

Die Schaltzellen, auf die nun auch nach Bernheimer die Opticuserregung übergeleitet wird, liegen nicht erst in der allernächsten Nähe des lateralen Kopfendes des kleinzelligen Medialkernes, sondern weit lateral und dorsal davon.

Edinger-Westphal'sche Kerne.

(Kleinzellige paarige Medialkerne Bernheimer's.)

Bernheimer hat sich in seiner Arbeit: „Das Wurzelgebiet des Oculomotorius beim Menschen"[1]) dahin ausgesprochen, dass die medialen Gruppen der Edinger-Westphal'schen kleinzelligen Kerne zum Oculomotorius gehören.

Er sagt: „Es liess sich bestimmt feststellen, dass dem paarigen kleinzelligen Medialkern (E. W. Kern) Fasern entstammen, welche viel zarter sind als alle bisher besprochenen. Sie ziehen in dorsoventraler Richtung längs der medianen Begrenzung der Hauptkerne herab und schliessen sich den medialsten ungekreuzten Faserbündeln an." Diese Befunde sind an Weigertpräparaten erhoben. Bernheimer gibt allerdings selbst zu, dass es kaum je gelingt, mit absoluter Sicherheit eine Einzelfaser als solche von den kleinzelligen E. W. Kernen bis hinab zum Oculomotoriusbündel auf dem Schnitte zu verfolgen. Jedoch Serienschnitte gaben ihm vollste Gewissheit.

Cassirer[2]) und Schiff[2]) bemerken dazu: „Wenn man in Betracht zieht, dass die aus den Medianzellen und dem grosszelligen Median-Kerne stammenden Fasern, die nach Bernheimer

[1]) Bernheimer, J. F. Bergmann's Verlag, Wiesbaden. 1894.

[2]) Cassirer und Schiff, Arbeiten aus Obersteiner's Institut für Anatomie und Physiologie det Centralnervensystems. 4. Heft. 1896.

ebenfalls sehr zart und dünn sind, ungefähr dieselbe Verlaufsrichtung haben müssen, wie die aus den Edinger-Westphal-schen Kernen kommenden, so wird man zugeben müssen, dass die Beurteilung auf Weigert-Präparaten eine ungemein schwierige sein muss und dass trotz der so überaus sicheren Angaben Bernheimer's noch immer einiger Zweifel über die Herkunft jener Fasern berechtigt erscheint."

„Übrigens sei hier bemerkt, dass selbst Bernheimer aus dem lateralen kleinzelligen Kern, den er für sehr inkonstant hält, niemals solche Fasern entspringen sah." Cassirer[1]) und Schiff[1]) erscheint es aber zweifellos, dass der laterale und der mediale Teil der Edinger-Westphal'schen Kerngruppe absolut zusammengehören.

Ich teile vollkommen diese Ansicht von Cassirer und Schiff und werde dieselbe demnächst an anderer Stelle näher begründen.

v. Kölliker[2]) leugnet die Zugehörigkeit der Edinger-Westphal'schen Kerne zum Oculomotoriuskern.

Weder die Serien, die mir früher[3]) zur Verfügung standen, noch die neuerdings angefertigten Serien gestatten mir, mich mit Bestimmtheit darüber zu äussern, ob Fasern aus den Edinger-Westphal'schen Kernen sich den Wurzelbündeln des Oculomotorius beimischen. Es erscheint auch mir ungemein schwierig, wenn nicht unmöglich, auf Grund von Weigertserien ein bestimmtes Urteil in der Richtung abzugeben.

Experimentelle Untersuchungen an 2 Affen haben dann später Bernheimer[4]) die Gewissheit gebracht, dass die mediale Gruppe der Edinger-Westphal'schen Kerne die Ursprungsstätte der Nervenfasern des M. sphincter pupillae darstellt.

Er konnte nach der Evisceratio bulbi mit Bestimmtheit Veränderungen an den Edinger-Westphal'schen Kernen feststellen.

Diese Befunde, die Bernheimer an Affen erhob, fanden keine Bestätigung durch Versuche, die Schwabe[5]), von Biervliet[6]) und Verfasser[7]) an Kaninchen, die Verfasser[7]) an

[1]) Cassirer und Schiff, l. c.
[2]) Kölliker's Handbuch der Gewebelehre.
[3]) Bach, Zur Lehre von den Augenmuskellähmungen etc. v. Graefe's Archiv. 47. Band. 2. u. 3. Abteilung.
[4]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv. Bd. XLIV. 3. Abt.
[5]) Schwabe, Neurolog. Centralbl. 1897. S. 792.
[6]) v. Biervliet, La Cellule. T. XVI. 1. Fascic. 1898.
[7]) Bach, v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. Bd. XLVII. 2. u. 3. Abt.

Katzen, die Marina [1]) und Verfasser an Hunden und Affen anstellten, und dürften somit widerlegt sein.

Späterhin hatte Bernheimer [2]) Gelegenheit, das Oculomotoriuskerngebiet eines Kindes zu untersuchen, bei dem er 5 Tage zuvor eine einseitige Eviseeratio bulbi ausgeführt hatte. Er hat auch hier wieder Veränderungen in dem gleichseitigen Edinger-Westphal'schen Kerne feststellen können.

In der Diskussionsbemerkung zu den Vorträgen von Baas und dem Verfasser sagt Bernheimer [3]): „Die Untersuchung des Oculomotoriuszentrums nach Nissl zeigte im gleichseitigen Sphinkterkern in einzelnen Schnitten die ersten Veränderungen der primären Reizung (Nissl) seiner Zellen. Ich habe die betreffenden Präparate sofort photographiert."

Die ersten Veränderungen an den Ganglienzellen, die nach der peripheren Durchtrennung der zugehörigen Nervenfasern auftreten, bestehen in einem circumskripten Zerfall der färbbaren Substanzportionen. Dieser Zerfall der färbbaren Substanz dehnt sich in den nächsten Tagen über den ganzen Zellleib aus. Schon am 6. Tage kann die primäre Färbbarkeit der Schollen fast ganz verloren gegangen sein, der Zellleib ist geschwollen, und der Kern rückt an die Peripherie. Im weiteren Verlauf, also vom 7. Tage ab, bei Hirnnerven gewöhnlich 1—2 Tage später, kann der Kern ganz verloren gehen und der Zellleib zerfallen. Am 18. Tage ist der Prozess auf der Höhe, etwa $^1/_3$ der Zellen ist zu Grunde gegangen. Nun tritt eine Restitution der erhalten gebliebenen Zellen ein.

Bernheimer bildet in der 34. Lieferung des neuen Handbuches der gesamten Augenheilkunde von Graefe-Saemisch (S. 49) den auf der folgenden Seite befindlichen Schnitt durch das Kerngebiet des Kindes ab. Wir sehen an dem Mikrophotogramm, dass auf der einen Seite weniger Zellen in dem Edinger-Westphalschen Kern vorhanden sind. Obwohl nur 5 Tage vor dem Tode die Eviseeratio bulbi ausgeführt worden war, soll also schon eine recht beträchtliche Anzahl von Zellen zerfallen gewesen sein. Es würde dieser Befund anderweitigen Erfahrungen vieler Autoren widersprechen. Bernheimer selbst sagt auch, dass er nur die ersten Anfänge der primären Reizung gesehen habe, darunter versteht aber niemand Zellzerfall. Wir stellen somit einen Widerspruch fest.

---

[1]) Marina, Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XIV. 1899. S. 356.
[2]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. LII. Bd. 1. Abt.
[3]) Bernheimer, Bericht über die 29. Versammlung der ophthalm. Gesellschaft zu Heidelberg. 1901. S. 42.

Bei dem grossen Interesse, das ich an der Sache hatte, bat ich den Herrn Kollegen Bernheimer ungefähr 1 Monat nach der Heidelberger Versammlung, er möchte mir die erwähnten und von ihm bereits photographierten Präparate für kurze Zeit zur Verfügung stellen, da ich dieselben zusammen mit dem hiesigen Anatomen Geheimrat Gasser ansehen wolle. Herr Kollege Bernheimer war leider nicht in der Lage, meinem Wunsche entsprechen zu können, da er gerade damit beschäftigt war, weitere Mikrophotographien und Diapositive anzufertigen,

Fig. 2.

Schnitt durch die Oculomotoriuskerngruppe eines 10 Tage alten Kindes (nach Exenteratio bulbi). Färbung nach Nissl.
Der Schnitt entstammt dem Anfang des vorderen Drittels der vorderen Vierhügel (Frontalschnitt). Rechts und links sieht man die Zellhaufen der grosszelligen Hauptkerne. Dazwischen liegt ventralwärts genau in der Mittellinie der grosszellige Medialkern, über diesem rechts und links die paarigen kleinzelligen Medialkerne (Sphinkterkerne). Der links gelegene ist zellenärmer; er entspricht dem exenterierten Bulbus.
(Mikrophotographie.)

was bei der Vergänglichkeit der Original-Nissl-Präparate rasch geschehen müsse. Hingegen war er bereit, mir Abzüge von Platten zu schicken.

Gleichzeitig teilte mir Herr Kollege Bernheimer mit, dass er keine Serie, sondern überhaupt nur einige brauchbare Schnitte durch die kleinzelligen Medialkerne besitze.

Einen dieser Schnitte stellt das obenbefindliche Mikrophotogramm dar. Es ist ein schräger Frontalschnitt durch das Kerngebiet, wie aus dem Verhalten des Hauptkernes beiderseits mit Sicherheit hervorgeht. Dieser Schnitt hätte nur Beweiskraft, wenn Bernheimer eine lückenlose Serie besessen

hätte und bei dieser auf der Seite des Eingriffes sich in allen Präparaten eine Zellverminderung und somit eine Minderung der Gesamtkernmasse ergeben hätte. Nach der gegebenen Sachlage beweist aber der Schnitt gar nichts in dem Sinne, wie Bernheimer will. Solche Schnitte sieht man auch in normalen schrägfrontalen Serien sehr häufig, wie jeder weiss, der sich mit dem Studium von Frontalschnittserien befasst hat.

In neuester Zeit hat Levinsohn [1]) geglaubt, nach der Entfernung des Ganglion ciliare bei der Katze Veränderungen in den Edinger-Westphal'schen Kern derselben Seite zu sehen. Nach persönlicher Mitteilung hält er allerdings seine jetzt vorliegenden Befunde noch nicht für voll beweisend.

Nach den oben erwähnten Resultaten der experimentellen Arbeiten von Schwabe [2]), v. Biervliet [3]), Marina [4]) und dem Verfasser [5]) und den weiterhin über das Ganglion ciliare vorliegenden anatomischen Untersuchungen glaubte Levinsohn von vornherein nicht an die Richtigkeit der Bernheimer'schen Befunde nach der Evisceratio bulbi. Er griff deshalb bei seinen Experimenten das zweite Neuron an, nach dessen Verletzung seiner Ansicht nach Veränderungen im Oculomotoriuskern zu erwarten waren.

Es erscheint mir nicht richtig, auf eine genauere Besprechung und Kritik der Befunde Levinsohn's zur Zeit einzugehen, da er seine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen hat. Da Herr Kollege Levinsohn die Liebenswürdigkeit hatte, mir auf meinen Wunsch hin seine Präparate zu zeigen, so will ich hier nur kurz bemerken, dass auf mich seine bis jetzt vorliegenden Präparate keineswegs überzeugend gewirkt haben [6]).

Tritt wirklich Degeneration an den Edinger-Westphalschen Kernen nach der Evisceratio bulbi (Bernheimer) oder der Entfernung des Ganglion ciliare (Levinsohn) ein, so muss nach diesen Eingriffen längstens 1—2 Jahre später der Edinger-

---

[1]) Levinsohn, Verhandlungen der ophthalm. Gesellschaft zu Heidelberg. Jahrg. 1903.

[2]) Schwabe, l. c.

[3]) v. Biervliet, l. c.

[4]) Marina, l. c.

[5]) Bach, l. c.

[6]) Anm.: Ich möchte hier ganz allgemein bemerken, dass es meiner Erfahrung nach unbedingt nötig ist, sich zunächst beim Studium normaler Serien die erforderliche Kenntnis der Variationen der normalen Zellenstruktur zu verschaffen, bevor man an die Feststellung pathologischer Verhältnisse herantritt.

Westphal'sche Kern geschwunden sein. Der Nachweis dieses Schwundes lässt sich durch die Weigert'sche Methode mit Sicherheit führen. Diese Dauerpräparate können demonstriert werden und würden jedenfalls mehr zur Klärung der Frage beitragen als alle bis jetzt vorgebrachten angeblichen Beweise.

Die Methode der primären Reizung (Nissl) scheint mir überhaupt nicht besonders geeignet zur Lösung der Streitfrage wegen der Kleinheit der Zellen des Edinger-Westphal'schen Kernes, wegen des geringen, schon normalerweise sehr variablen Gehaltes an färbbarer Substanz, wegen der oft eigenartigen randständigen Anordnung derselben, wegen der weitgehenden physiologischen Schwankungen im Aussehen der Zellen, von welchen Umständen sich Verfasser beim Studium vieler Schnittserien überzeugt hat.

Bernheimer[1]) bildet zwei Zellen aus dem Edinger-Westphal'schen Kerne ab, eine normale (Fig. 5) und eine veränderte (Fig. 6). Ich muss dazu bemerken, dass die normale Zelle durchaus nicht als ein Typus der Zellen im Edinger-Westphal'schen Kerne bezeichnet werden kann, sowie dass ich die als verändert bezeichnete Zelle als normal ansehe, jedenfalls findet man solche Zellen in normalen Kernen sehr häufig. Man vergleiche hierzu auch die Bemerkungen, die Juliusburger[2]) und Kaplan[2]) über die Zellen der Edinger-Westphal'schen Kerne gemacht haben. Ihre Objekte waren in Müller-Formol gehärtet und mit Thionin gefärbt.

Die Frage, ob die Edinger-Westphal'schen Kerne zum Oculomotoriuskern gehören und besonders, ob dieselben die Zentren für die Irismuskulatur bilden, ist in den letzten Jahren auch der Gegenstand vieler eingehender **pathologisch-anatomischer Untersuchungen an menschlichen Gehirnen** gewesen, und es dürfte die kurze Erwähnung der wichtigsten Ergebnisse nicht unerheblich zur Klärung der Sachlage beitragen.

Wer sich für die vollständige in dieser Hinsicht vorliegende Literatur interessiert, findet dieselbe in der Arbeit von Cassirer[3]) und Schiff[3]), in der Arbeit von Majano[4]) und in einer früheren Arbeit des Verfassers[5]).

---

[1]) Bernheimer, Graefe's Archiv f. Ophthalm. Bd. XLIV. 3. Abt. Tafel IX.

[2]) Juliusburger und Kaplan, Neurolog. Centralbl. 1899. No. 11.

[3]) Cassirer und Schiff, Arbeiten aus Obersteiner's Institut. 4. H. 1896.

[4]) Majano, Monatsschr. f. Psychiatrie etc. Bd. XIII. H. 1.

[5]) Bach, Graefe's Archiv. Bd. XLIX. 3. Abt.

v. Monakow[1]) sagt: „Aber auch die Edinger-Westphalschen Gruppen sind als Ursprungszellen von Oculomotoriusfasern nicht aufzufassen, denn sie können, wie ich mich an einem Fall von vollständiger Ophthalmoplegie (Cykloplegie) überzeugen konnte, intakt bleiben, selbst wenn der N. oculomotorius degeneriert ist und sämtliche übrigen Zellgruppen des Oculomotorius fehlen.“

Böttiger[2]) machte eine ganz ähnliche Beobachtung.

Juliusburger und Kaplan[3]) beschreiben einen Fall, wo jahrelang eine komplette rechtsseitige Lähmung der äusseren Augenmuskeln und der Irismuskeln bestand. In dem Oculomotoriuskern waren die zum rechten N. oculomotorius gehörigen Zellen (gleichseitige und gekreuzte) zerfallen, die Wurzelfasern waren atrophisch, und trotzdem bestand keine Differenz zwischen den beiden Edinger-Westphal'schen Kernen. Auch zwischen den beiderseits von den Edinger-Westphal'schen Kernen dorsalventral ziehenden Fasern war kein Unterschied vorhanden.

Cassirer und Schiff[4]) teilen einen Fall von Ophthalmoplegia externa und interna fere totalis mit, wobei trotz der schwersten Degeneration im Oculomotoriuskern und den Wurzelfasern die Edinger-Westphal'schen Kerne vollkommen intakt waren.

In einem zweiten Falle, den die genannten Autoren mitteilen, war Ophthalmoplegia totalis oculi utriusque vorhanden. Die Zellen des Oculomotoriuskernes, auch des grosszelligen Medialkernes (Zentralkern Perlia's), sowie die Oculomotoriuswurzeln waren degeneriert und trotzdem die Edinger-Westphalschen Kerne normal.

Cassirer und Schiff berichten ferner über einen Fall von linksseitiger, fast totaler Ophthalmoplegie, die linke Pupille war ad maximum ezweitert und vollkommen reaktionslos; auch hier waren die Edinger-Westphal'schen Kerne normal.

Cassirer und Schiff sagen auf Grund dieser und anderer Untersuchungen: **„Die Edinger-Westphal'schen Kerne sind nicht als Zentren der inneren Augenmuskeln anzusehen“**[5]).

Dass dieselben auch mit der Innervation der äusseren Augenmuskeln nichts zu tun haben, geht aus allen bisher beobachteten Fällen mit Sicherheit hervor.

---

[1]) v. Monakow, Gehirnpathologie. A. Hölder's Verlag, Wien.
[2]) Böttiger, Arch. f. Psychiatrie. XXI. Bd. 1889. S. 644.
[3]) l. c.
[4]) l. c.
[5]) Im Original nicht fett gedruckt.

Damit scheiden die Edinger-Westphal'schen Kerne als Zentren für den Oculomotorius überhaupt aus."

In neuester Zeit hat Majano[1]) einige Fälle beschrieben, bei denen Lähmungen der inneren Augenmuskeln vorhanden waren. Die Untersuchung des Oculomotoriuskernes ergab, dass die Edinger-Westphal'schen Kerne nicht als Zentren des Sphincter pupillae angesehen werden können. Derselbe Autor hat daraufhin auch noch einmal die früher von Panegrossi[2]) beschriebenen Präparate durchmustert und schliesst seine Erörterungen über die Edinger-Westphal'schen Kerne damit, dass er sagt, seine Untersuchungen hätten durchaus nichts ergeben, was als Stütze der Bernheimer'schen Anschauungen dienen könnte.

Weitere Mitteilungen über normales Verhalten der Edinger-Westphal'schen Kerne bei Paresen oder Paralysen des Sphincter pupillae finden sich in den oben genannten drei Arbeiten.

Sehr wichtig für die Beurteilung der Bedeutung der in Frage stehenden Kerne dürfte auch eine Beobachtung von Boedeker[3]) sein, wonach trotz der Zerstörung der Edinger-Westphal-schen Kerne beiderseits eine Sphinkterkontraktion noch zu beobachten war.

Bemerken möchte ich, dass die Fälle, wo bei cerebralen Erkrankungen, die zu Lähmungen der äusseren und inneren Augenmuskeln führten, gleichzeitig Veränderungen im Oculomotoriuskern und den Edinger-Westphal'schen Kernen gefunden wurden, natürlich nichts beweisen für die Zugehörigkeit der Edinger-Westphal'schen Kerne zur Irismuskulatur. Es ist dies eigentlich selbstverständlich und wird hier nur erwähnt, weil tatsächlich solche Schlüsse gezogen worden sind.

Eigne Untersuchungen über die Zugehörigkeit der Edinger-Westphal'schen Kerne zum Oculomotoriuskern und speziell über die Beziehungen derselben zum M. sphincter pupillae.

Verfasser hat früher[4]) bei einer Anzahl von Kaninchen, Katzen sowie bei einem Affen die Evisceratio bulbi vorgenommen und danach keine Veränderungen im Oculomotoriuskern, wohl aber im Ganglion ciliare nachweisen können.

---

[1]) Majano, l. c.

[2]) Panegrossi, Ricerche fatte nell. Laborat. di Anatomia normale della R. Universita di Roma. Vol. VI. Facs. 2 u. 3. 1898.

[3]) Boedeker, Neurol. Centralbl. 1895. H. 4. Fall 2.

[4]) Bach, l. c.

In neuerer Zeit habe ich an Hunden die Evisceratio bulbi vorgenommen und verschieden lange Zeit darnach den Oculomotoriuskern untersucht. Färbung mit Thionin und nach Weigert. Es fanden sich keine Veränderungen im Oculomotoriuskern.

Einmal habe ich bei einem Hunde die Evisceratio orbitae vorgenommen und nach vier Monate langer Versuchsdauer das Oculomotoriuskerngebiet nach Weigert untersucht. Die Untersuchung blieb negativ in Bezug auf die Edinger-Westphalschen Kerne.

In den letzten Jahren habe ich mich dann weiterhin an verschiedene pathologische Anatomen mit der Bitte gewandt, mir Gehirne von Leuten zuzuschicken, bei denen Jahre lang ante mortem ein- oder doppelseitiger Anophthalmus oder hochgradigste Phthisis bulbi vorhanden war.

Herr Geheimrat Marchand und Herr Kollege Schmorl haben mich bereitwilligst in meinem Bestreben unterstützt, und sage ich ihnen auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

Ich habe bis jetzt 6 solcher Gehirne untersucht und keine Befunde bekommen, die die Anschauungen und Behauptungen Bernheimer's irgendwie stützen.

Auch bei den Gehirnen, wo viele Jahre zuvor ein Auge entfernt worden war, fand ich keine Differenz zwischen den Edinger-Westphal'schen Kernen beider Seiten. Dies hätte der Fall sein müssen, wenn Bernheimer mit seiner Angabe Recht hätte, dass nach der Evisceratio bulbi Degeneration in den genannten Kernen eintritt; denn die übereinstimmenden Erfahrungen der Autoren, welche sich mit der sekundären Nervenzellen- und Nervenfaserndegeneration nach Durchschneidungen und Ausreissungen von Nerven beschäftigt haben, ergaben, dass, meist nach 1 Jahr, spätestens nach 2 Jahren, alle zu den Nerven gehörigen Zellen geschwunden waren.

Meine Befunde stehen im Einklang mit den Resultaten der oben mitgeteilten pathologisch-anatomischen Untersuchungen.

Verweisen möchte ich hier auch noch auf meine früher mitgeteilten vergleichend-anatomischen Untersuchungen, die gleichfalls nicht zu Gunsten der Bernheimer'schen Behauptung von der physiologischen Bedeutung der Edinger-Westphal'schen Kerne sprachen.

Die Behauptung Bernheimer's[1]), dass beim Kaninchen die Edinger-Westphal'schen Zellen nicht vorhanden seien, ist

[1]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv. Bd. 44. u. 48.

sicher irrig. Davon hat sich neuerdings auch Levinsohn (mündliche Mitteilung) überzeugt.

Ich habe dieselben auch bei Katzen, Hunden und Vögeln gesehen. Ferner geben Juliusburger und Kaplan[1]) an, beim Meerschweinchen den Edinger-Westphal'schen Kernen entsprechende Zellengruppen gesehen zu haben.

Seine Behauptung über die physiologische Bedeutung der Edinger-Westphal'schen Kerne stützt Bernheimer[2]) ferner durch ein Experiment am Affen, das er wie folgt beschreibt: „Durch einen besonderen operativen Vorgang ist es mir in einem Falle gelungen, nach Trepanation des Schädels und weiteren Eingriffen eine isolierte Läsion des einen kleinzelligen Medialkernes beim Affen zu erzeugen."

„An dem so operierten Affen mit Läsion des einen kleinzelligen Medialkernes war nach Verheilung der Operationswunde durch 4 Wochen isolierte gleichzeitige Lichtstarre unverändert zu beobachten." — Die Pupille dieser Seite war gegenüber der andern stark erweitert. Es war also ein Befund vorhanden, wie wir ihn bei der Lähmung des Sphinkter pupillae sehen. Ich bemerke, dass bei der reflektorischen Starre der Tabes und Paralyse die Pupillen in der Regel verengt sind. Ich habe noch nie bei reiner Lichtstarre eine derartige Mydriasis beobachtet, wie sie Bernheimer bei dem operierten Affen festgestellt hat.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des obigen Affen fand Bernheimer, dass nur der kleinzellige Medialkern der einen Seite durch die direkte Verletzung und die reaktive Entzündung zu Grunde gegangen war. Die meisten Zellen waren vollständig degeneriert, eine geringe Anzahl hochgradig verändert, normale Zellen waren nicht mehr zu finden. In den Oculomotoriuswurzeln derselben Seite und dem Stamme an der Hirnbasis wurde eine ansehnliche Anzahl von Nervenfaserbündeln teils atrophisch, teils im Stadium des Waller'schen Zerfalles angetroffen.

Im Hinblick darauf, dass eine Reihe von Befunden vorliegt von normalem Verhalten der kleinzelligen Medialkerne (Edinger-Westphal'sche Kerne) trotz vollständiger oder höchstgradiger Atrophie des Nervus oculomotorius, ist dieser Befund Bernheimer's, sofern er die Degeneration im Nervus oculomotorius von einer Zerstörung des kleinzelligen Medialkernes abhängig macht, nicht gerade sehr wahrscheinlich. Wir wissen, dass die Degeneration

[1]) Juliusberger und Kaplan, l. c.
[2]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. LII. 2. Abt.

in den Nervenzellen der Degeneration der Nervenfasern nicht nachfolgt, sondern mindestens gleichzeitig, ja gelegentlich früher und rascher erfolgt. Wäre also die Degeneration, die Bernheimer im Nervus oculomotorius fand, die Folge einer Zerstörung des kleinzelligen Medialkernes, dann müsste auch in den Fällen, wo der Nerv atrophisch war, ein Zerfall der betreffenden Kerne vorhanden gewesen sein. Da dies in einer Reihe von genau untersuchten Fällen nicht der Fall war, so wird wohl die Annahme nicht ganz ungerechtfertigt sein, dass der Zerfall, den Bernheimer im Nervus oculomotorius beobachtete, von der Zerstörung anderer Zellen und anderer Nervenfasern des Oculomotoriumskernes abhängig war. Diese Annahme müsste sogar a priori für jeden, der sich etwas eingehender mit der mikroskopischen Untersuchung der Oculomotoriuskerne beschäftigt hat, sehr wahrscheinlich sein. Wenn wir bedenken, dass der Edinger-Westphal'sche Kern resp. die kleinzellige mediale Gruppe, die hier in Rede steht, direkt den grossen Zellen und Fasern der seitlichen Hauptkerne anliegt und sich über beinahe die Hälfte des Kernes hinzieht — stets die eben angegebene Situation beibehaltend —, so muss es nahezu als ein Ding der Unmöglichkeit bezeichnet werden, dass dieser Kern sich experimentell vollständig zerstören lässt, ohne dass auch Zellen und Fasern der anliegenden grossen Zellen lädiert und zerstört werden. Ich glaube, dass die nebenstehende, durchaus naturgetreue Abbildung auch bei den Kollegen, die sich nicht eingehender mit der Anatomie des Oculomotoriuskernes befasst haben, diesen Eindruck hervorrufen wird. Ist dies aber der Fall gewesen, so wird die gefundene Degeneration im Nervus oculomotorius dadurch erklärt, es wird auch die eingetretene Lichtstarre erklärt, da man ziemlich allgemein annimmt, dass die Fasern und Zellen, die in Beziehung zum Sphinkter pupillae treten, proximal im Kerne, also wahrscheinlich direkt neben den Edinger-Westphal'schen Kernen gelegen sind. Man vergleiche des Verfassers[1]) experimentell gewonnene Ergebnisse bei der Taube, sowie sein Schema über die Lokalisation im Oculomotoriuskern[2]).

Bernheimer hat sich nicht mit der Beschreibung seiner Befunde begnügt, sondern auch eine Abbildung gegeben und dafür dürfen wir ihm dankbar sein.

In dem Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Graefe-Saemisch, 39. Lieferung, S. 51, findet sich die auf Seite 126 dieser Abhandlung befindliche Abbildung.

Zu dieser Abbildung habe ich folgendes zu bemerken:

[1]) Bach, v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. XLIX, 3.
[2]) Bach, Zeitschr. f. Augenheilk. III. S. 307.

Fig. 3.

Frontalschnitt durch die vordere Hälfte des mittleren Drittels des Okulomotoriuskerns vom Menschen. Vergr. Seibert Obj. 0, Oc. 0.

W. Kl. Dl. K. = Westphal's kleinzelliger dorsolateraler Kern.
Kl. M. = Kleinzelliger Mediankern = Edinger-Westphal'scher Kern.
C. K. = Perlia's Zentralkern. D. L. = Dorsales (hinteres) Längsbündel.

Bernheimer hat früher angegeben, dass die Zellen der Edinger-Westphal'schen Kerne 8—10 Mikren messen, die Zellen der seitlichen Hauptkerne dagegen etwas über 40 Mikren. Ich selbst mass 27,6—40 Mikren für die Zellen der seitlichen Hauptkerne, 13,8—20,3 Mikren für die Zellen der Edinger-Westphal'schen Kerne. Nun sieht jeder ohne weiteres aus der Abbildung Fig. 4, dass die Zellen, die Bernheimer rechts oben als Zellen des kleinzelligen Edinger-Westphal'schen Kernes angibt, gerade so gross sind, als die Zellen, die er als Zellen des linken und rechten Seitenhauptkernes angibt, während nach seinen eignen Angaben die Zellen der Edinger-Westphal'sche Kerne 4 mal kleiner sind als die Zellen der Seitenhauptkerne. Bernheimer hat somit linksoben nicht, jedenfalls nicht nur Zellen des kleinzelligen Edinger-

Fig. 4.

Frontalschnitt durch das vordere Drittel des vorderen Vierhügels des operierten Affen. Zerstörung des rechten Sphinkterkerns (kleinzelliger Medialkern). v. g. verändertes Gewebe über und in der Gegend des rechten Sphinkterkerns; l. kl. M. linker Sphinkterkern; l. u. r. S. H. linker und rechter Seitenhauptkern des Oculomotorius, Aq. S. Aquaeductus Sylvii.

Westphal'schen Kernes zerstört, sondern Zellen des Seitenhauptkernes. Das ersieht jeder Kenner der Verhältnisse auch aus der Lage der zerstörten Zellen. Zellen der Edinger-Westphal'schen Kerne sind auf der gegebenen Abbildung weder rechts noch links zu sehen. Die zerstörte Zone entspricht dem dorsalen Ende des proximalsten Teiles des Seitenhauptkernes, und ausserdem ist wahrscheinlich ein Teil des lateralen Abschnittes der Edinger-Westphal'schen Kerngruppe zerstört, den Bernheimer nicht in Beziehung bringt zu dem Sphinkter pupillae.

Zur Orientierung über die Lage der Edinger-Westphal'schen Kerne überhaupt, über ihr Lage-Verhältnis zu den seitlichen Kernen, sowie zum hintern Längsbündel verweise ich auf meine Abbildungen[1]) [Fig. 9, Taf. XV, Fig. 11 (siehe diese Abhandlung S. 125) und Fig. 12, Taf. XVI], auf die Abbildungen Bernheimer's in seinem Buch über das Wurzelgebiet des Oculomo-

[1]) Bach, v. Graefe's Archiv. Bd. XLII, 2. und 3. Abt.

torius [Fig. 3, Taf. II, Fig. 4, Taf. III (sind auf Seite 127 und 128 dieser Abhandlung wiedergegeben!), Fig. 18 und 19, S. 56 im Handbuch von Graefe-Saemisch, 16. Lieferung, **einerseits** und auf seine

Fig. 5.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend derselben Frucht wie in Figg. 16, 17, 18 (bei Bernheimer. Aus dem proximalsten Gebiete des Zentrums. Schwache Vergrösserung. Weigert-Färbung.

Der Schnitt geht durch die Seitenhauptkerne, die kleinzelligen Medialkerne (KeM.), den grosszelligen Mediankern (Gr. Mk.) und den extranukleären Verlauf der medial und ventral austretenden ungekreuzten Fasern (Ung. F., Ug. F.) und das letzte Stück des extranukleären Verlaufes der lateral gelegenen gekreuzten Fasern (G. F.). Q. G. F. Quersehnitte der von hinten und hinten oben kommenden gekreuzten Fasern.

Abbildung, Fig. 5, S. 51, Lieferung 39 des Handbuches der Augenheilkunde von Graefe-Saemisch **andererseits** (siehe diese Abhandlung S. 126, Fig. 1).

Ich bemerke noch, dass nach Bernheimer (Graefe's, Archiv, Bd. 44, S. 487) beim Affen die topographischen Verhältnisse des Oculomotoriuszentrum geradezu identisch mit jenen beim Menschen liegen sollen. Dass diese Behauptung keinen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit machen darf, habe ich bereits früher nachgewiesen.

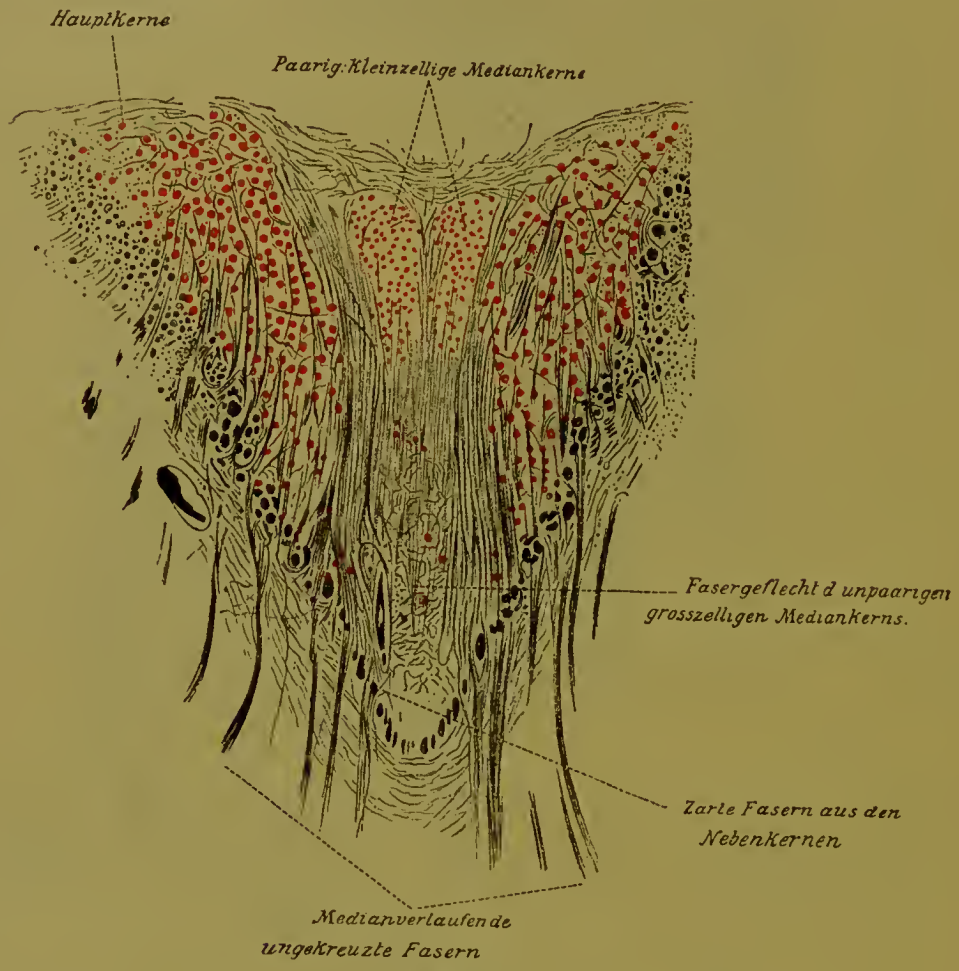


Fig. 6.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend derselben 32—34 Wochen alten Frucht wie in Figg. 17 und 16 (bei Bernheimer), aus dem Anfange der proximalen Hälfte des Wurzelgebietes. Auftreten der Nebenkerne in dem Raume zwischen den Durchschnitten der Hauptkerne. Vom grosszelligen, unpaarigen sieht man erst das ihn umhüllende Fasergeflecht und vereinzelte Zellen. Bei Lupenvergrösserung sieht man, wie zarte Fasern aus den Nebenkernen zwischen den Querschnitten des Längsbündels die Oculomotorius-Wurzelbündel aus den Hauptkernen erreichen.

Bernheimer[1]) hat fernerhin seine Annahme, betreffend die physiologische Bedeutung der Edinger-Westphal'schen Kerne (kleinzellige mediale Gruppe) durch **elektrische Reizversuche** gestützt.

Im Hinblick auf die Tatsache, dass die Edinger-Westphal'schen Kerne den seitlichen Hauptkernen des Oculomotorius direkt anliegen, im Hinblick darauf, dass der ziemlich allgemeinen Annahme zufolge diese benachbarten Teile der Hauptkerne in Verbindung mit dem Sphinkter pupillae gebracht

[1]) Bernheimer, Bemerkungen etc. v. Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. XLVIII. Abt. 2. S. 468 u. Graefe-Saemisch. 2. Aufl. Lief. 16.

werden, im Hinblick ferner auf das Eintreten von Stromschleifen beweisen diese Versuche vielleicht, dass die zu dem Sphinkter pupillae gehörigen Zellen im proximalen und nicht im distalen Kernabschnitt liegen, sie können aber keinesfalls beweisen, dass die Edinger-Westphal'schen Kerne dem Sphincter pupillae zugehören, da deren isolierte Reizung nach der Sachlage als unmöglich bezeichnet werden muss.

Es dürften somit alle Behauptungen Bernheimer's in Bezug auf die Edinger-Westphal'schen Kerne widerlegt sein.

Ob überhaupt direkte Beziehungen der E.-W.-Kerne zum Oculomotoriuskern bestehen und welcher Art dieselben sind, ist erst noch zu erweisen. Ich habe keinen Grund, meine schon in meiner ersten Arbeit[1]) über dieses Thema geäusserte Ansicht zur Zeit zu ändern.

Besteht überhaupt eine Verbindung der zentripetalen Opticusfasern mit dem Oculomotoriuskern?

Von den meisten Autoren wird angenommen, dass zur Erklärung des Zustandekommens der Lichtreaktion unbedingt eine direkte oder indirekte Verbindung der zum vorderen Vierhügel hinziehenden Optikusfasern mit dem unter dem Aquaeductus Sylvii gelegenen Oculomotoriuskern nötig sei.

Besonders haben auch viele Autoren der Verlockung nicht widerstehen können, die Edinger-Westphal'schen Kerne als Übertragungsstationen des Pupillenreflexes anzuerkennen.

Marina[2]) sagt hierzu: „Was die Pupillenzentren anlangt, scheint man vor allem Neuen zu fliehen; es schläft sich so ruhig zwischen den beiden Kernen von Westphal und Edinger!"

Eine direkte oder indirekte Beziehung des Opticus zum Oculomotoriuskern behufs Auslösung des Pupillenreflexes ist keineswegs nötig, sie ist zur Zeit nicht bewiesen und überhaupt nicht besonders wahrscheinlich.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst die Verhältnisse bei totaler Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma. (Vergl. das Schema Fig. 7 auf Seite 130!)

Lassen wir in das Auge eines Tieres mit totaler Sehnervenkreuzung Licht einfallen, so reagiert nur die Pupille des belichteten Auges. Nun geht aber die Leitung der im

[1]) Bach, v. Graefe's Archiv. Bd. 47. Abt. 2. u. 3.

[2]) Marina, Studio sulla pathologia del ganglio ciliare nell' uomo. Annali di Neurologia. Bd. 19. 1901. p. 81.

Auge ausgelösten Erregung im Chiasma auf die andere Seite hinüber. Es müsste sonach nicht die Pupille des belichteten Auges reagieren, sodern die Pupille des anderen Auges, wenn nicht irgendwo die Leitung wieder auf die Seite, von der die Erregung ausging, übergeführt wird.

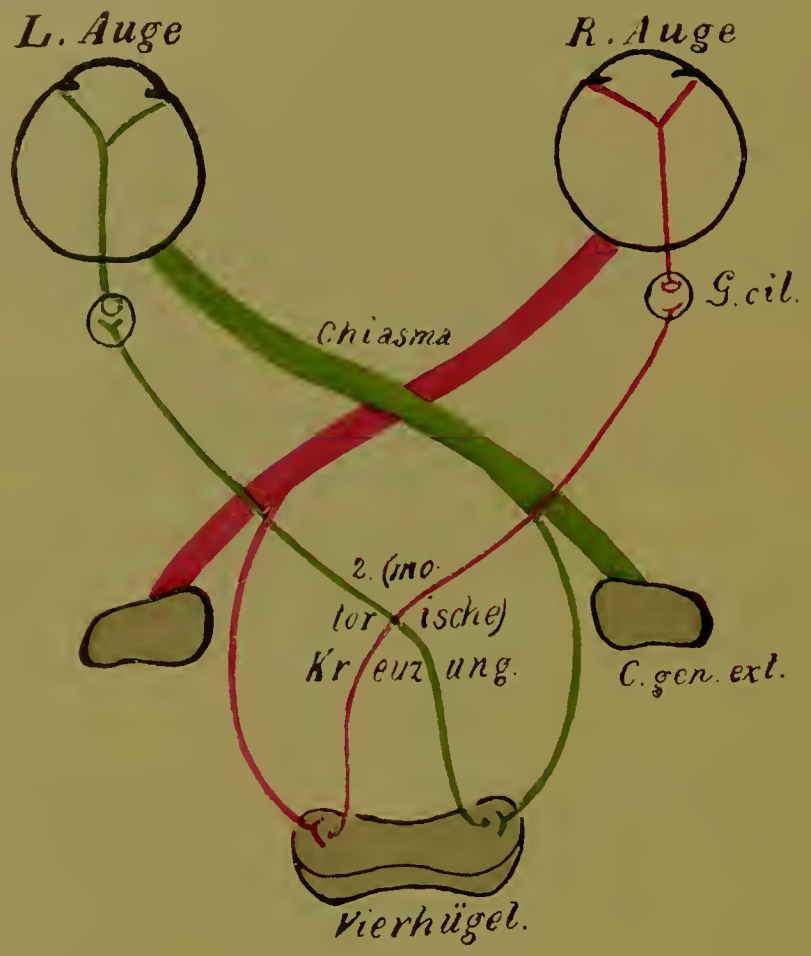


Fig. 7.

Motorische Reflexbahn für die Lichtverengerung der Pupille bei totaler Kreuzung im Chiasma.

Es besteht somit die Notwendigkeit der Annahme einer **zweiten Kreuzung.** Erkennt man diese Notwendigkeit nicht an und huldigt man der geläufigen Anschauung, dass die den Pupillenreflex hervorbringende Erregung in den Oculomotoriuskern gelangen muss, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, dass z. B. bei Belichtung des rechten Auges die den Pupillenreflex auslösenden Fasern zunächst zwar in den linken Oculomotoriuskern gelangen, daselbst aber keine Erregung von Zellen hervorrufen, sondern erst nach dem Überschreiten der Mittellinie die Zellen des anderen Oculomotoriuskernes erregen. Anders können

wir nämlich das Zustandekommen einer lediglich direkten Pupillenreaktion bei totaler Sehnervenkreuzung im Chiasma nicht erklären. Niemand wird annehmen, dass ein solches Verhalten gerade sehr wahrscheinlich ist.

Dass bei den Tieren mit totaler Sehnervenkreuzung die Verhältnisse betreffend Pupillenreaktion etwas anders liegen als bei den Geschöpfen mit partieller Sehnervenkreuzung, wird ohne weiteres zugegeben, es werden sonach gewisse Abweichungen in dem Verhalten, dem Verlauf der Pupillenreflexbahnen vorhanden sein. Dass jedoch die Verhältnisse prinzipiell verschieden liegen, kann und darf man nicht behaupten; jedenfalls muss man dann auch den Beweis für eine solche zur Zeit als ungerechtfertigt und unbegründet zu bezeichnende Behauptung gleichzeitig erbringen.

Bei den Geschöpfen mit partieller Kreuzung der Fasern im Chiasma sollte man erwarten, dass die direkte Pupillenreaktion hinter der indirekten zurückbleibt, da die Zahl der im Chiasma ungekreuzt bleibenden Fasern geringer ist, als die Zahl der sich kreuzenden Fasern. Das Gegenteil ist aber der Fall. Es erscheint deshalb schon aus diesem Grunde bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, dass auch bei den Geschöpfen mit partieller (sensorischer) Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma eine zweite (motorische) Kreuzung stattfindet, bei welcher wieder die grössere Zahl der Fasern auf die Seite gelangt, wo der Reflex ausgelöst wurde.

Nimmt man die anatomisch nicht bewiesene innige Verbindung der Sphinkterkerne an [Postulat Bernheimer's[1])], so würde sich die tatsächlich bestehende Differenz zwischen der direkten und indirekten Pupillarreaktion nicht recht erklären lassen.

In Bezug auf die innige Verbindung der Sphinkterkerne sagte ich, dass sie des anatomischen Beweises harrt. Ich will keineswegs leugnen, dass gewisse Beziehungen bestehen durch die Dendriten, denn ich weiss von meinen Untersuchungen mit der Golgi'schen Methode, wie weit sich die Dendriten erstrecken können. Ich darf vielleicht hier auf meine Abbildungen 13 u. 14, Tafel XV, v. Graefe's Archiv f. Ophth, XLVII, 2 und 3, verweisen.

Noch inniger würden sich die Beziehungen zwischen den Sphinkterkernen gestalten können, wenn z. B. die Zellen des

[1]) Bernheimer, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. CVII. 1898.

sogen. Zentralkernes mit der Sphinkterinnervation in Beziehung stehen.

In dieser Hinsicht gehen die Befunde und Ansichten auseinander. Nach Evisceratio bulbi fand Bernheimer[1]) genau halbseitig abgegrenzte Degeneration und zwar auf der Seite des Eingriffes. Marina[2]), Schwabe[3]), von Biervliet[4]) und Verfasser[5]) fanden hingegen nach der Evisceratio bulbi weder Veränderungen in dem sog. grosszelligen Zentralkern, noch überhaupt an irgend einer Stelle des Oculomotoriuskernes. Cassirer und Schiff[6]) fanden bei Degenerationen im Nervus oculomotorius und Lähmung der äusseren und inneren Augenmuskeln zwar auch Degeneration im Zentralkern, erwähnen aber nichts von einer genauen halbseitigen Abgrenzung. Juliusburger und Kaplan[7]) erwähnen dagegen besonders, dass bei ihrem Falle mit langjähriger einseitiger Oculomotoriuslähmung eine bestimmte Lokalisation im Zentralkern nicht vorhanden gewesen sei.

Gegen diese allzu innige Verbindung der Sphinkterkerne spricht aber der Unterschied in der direkten und indirekten Pupillenreaktion, spricht das Vorkommen einseitiger reflektorischer Starre. Das Vorkommen der einseitigen reflektorischen Starre könnten wir uns dann nur durch die Annahme einer doppelten Läsion erklären.

Die innige Verbindung der Sphinkterkerne sollte notwendig sein zur Erklärung der indirekten Pupillenreaktion. Weshalb ist mir nicht verständlich geworden, denn die indirekte Pupillenreaktion tritt in die Erscheinung mit dem Auftreten der partiellen Kreuzung im Chiasma und erklärt sich zwanglos daraus.

Ich habe oben gesagt, dass ein direkter oder indirekter Zusammenhang der den Pupillenreflex auslösenden Fasern des Opticus mit den Zellen des Oculomotoriuskernes zur Zeit nicht bewiesen sei, ferner dass eine zweite Kreuzung zur Erklärung der klinischen Tatsachen beim Menschen angenommen werden müsse. Auch diese zweite (motorische) Kreuzung ist ebenso wie die Chiasmakreuzung eine partielle.

Nun könnte man daran denken, dass der Pupillenreflex ausgelöst wird durch die Bogenfasern, welche nach der Kreuzung

---

[1]) Bernheimer, v. Graefe's Arch. Bd. XLIV. 3. Abt.
[2]) Marina, Deutsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XIV.
[3]) Schwabe, l. c.
[4]) v. Biervliet, l. c,
[5]) Bach, v. Graefe's Arch. XLVII, 2 u. 3.
[6]) Cassirer und Schiff, l. c.
[7]) Juliusburger und Kaplan, l. c.

ventral von dem Oculomotoriuskern zu diesem durch Collateralen in Beziehung treten. Bekanntlich sollen auf diese Weise die auf optische Eindrücke erfolgenden Kontraktionen der äusseren Augenmuskeln ausgelöst werden. Es erscheint mir diese Annahme zur Zeit nicht wahrscheinlich im Hinblick auf die Tatsache, dass ein Teil dieser Bogenfasern, wie beschrieben wurde, sich den Wurzelbündeln des Oculomotorius direkt anschliesst, ferner im Hinblick darauf, dass vieles dafür spricht, dass das Ganglion ciliare den Auslösungsort der Sphinkterkontraktion bei dem Lichtreflex der Pupille darstellt.

Nervus oculomotorius. Ganglion ciliare. Kurze Ciliarnerven.

Ziemlich sichergestellt dürfte die Annahme sein, dass die die Lichtreaktion im Sphinkter pupillae bewirkenden centrifugalen Fasern an der Hirnbasis in dem Stamme des Nervus oculomotorius verlaufen. Siehe oben!

Von da gelangen sie in das Ganglion ciliare und übertragen die Erregung auf die Zellen des Ganglion ciliare. Von den Zellen des Ganglion ciliare wird die Erregung durch die kurzen Ciliarnerven zum Sphincter pupillae hingeleitet.

Während die Beziehungen des Nervus oculomotorius zum Ganglion ciliare durch Untersuchungen der letzten Jahre fast ganz aufgeklärt wurden, ist dies bezüglich der beiden anderen Wurzeln des Ganglion ciliare nicht der Fall.

Die Radix sympathica hat mit der Innervation des M. dilatator pupillae nichts oder jedenfalls nur wenig zu tun, denn es ist sichergestellt, dass der Dilatator von den langen Ciliarnerven innerviert wird und dass die langen Ciliarnerven nicht in Beziehung zum Ganglion ciliare treten.

Die sympathische Wurzel des Ganglion ciliare kommt von dem Plexus caroticus des Nervus sympathicus und dürfte hauptsächlich Beziehungen zu den Gefässen des Auges haben.

Was für eine Funktion hat nun die lange sensitive Wurzel des Ganglion ciliare vom Trigeminus?

Möglicherweise führt uns die Beobachtung, dass durch Reizung des Trigeminuskernes und des Stammes hinter dem Ganglion Gasseri eine Verengerung der Pupille trotz der Durchschneidung des Nervus oculomotorius eintritt, auf den richtigen Weg. — Die Beantwortung der Frage muss Gegenstand weiterer Untersuchungen werden, und ich hoffe, selbst der Beantwortung derselben bald näher treten zu können.

Wenn ich hier noch mit wenigen Worten auf die Natur des Ganglion ciliare eingehen darf, so wäre zu sagen, dass die meisten Autoren zur Zeit der Ansicht zuneigen, das Ganglion ciliare sei im wesentlichen in anatomischer Hinsicht ein sympathisches Ganglion.

Bernheimer spricht sich mehr für die sensorische Natur aus. Er sagt[1]): Am besten ist unser Experiment in Einklang zu bringen mit der Annahme jener, welche das Ganglion ciliare für ein sensorisches oder für ein gemischtes halten.

Nach dem Sitzungsprotokoll der Wiener Gesellschaft der Ärzte schreibt Bernheimer folgendes:

„Es schien mir von vornherein unwahrscheinlich, dass das Ganglion ciliare als eine Art peripheres Zentrum der Irismuskeln aufgefasst werden konnte, da wir der Annahme huldigen, dass das Ganglion, wie alle peripheren Ganglien, ein sensorisches sei."

Weiter sagt Bernheimer: „Hiermit ist der Beweis geliefert, dass das Ganglion ciliare tatsächlich ein sensorisches Ganglion ist und dass die von ihm abgehenden Ciliarnerven sensorische Nerven sind, welche die Hornhaut, die Binnenmuskeln und die Augenhäute überhaupt versorgen."

Verfasser ist auf Grund seiner Untersuchungen der Ansicht, dass beim Kaninchen, bei der Katze, dem Affen und wohl auch beim Menschen das Ganglion ciliare seiner Natur nach ein gemischtes, im wesentlichen aber wohl ein sympathisches Ganglion ist. Die Zahl der sympathischen und der Spinalganglienzellen scheint bei verschiedenen Tieren eine wechselnde zu sein. Zur definitiven Aufklärung der Natur des Ganglion ciliare sind weitere Untersuchungen nötig[3]).

Die Experimente Bernheimer's, woraus derselbe auf die im wesentlichen sensorische Natur der Ganglion ciliare schliesst, habe ich schon früher besprochen und will ich hier nur darauf hinweisen[4]).

Hemmungszentren und Hemmungsbahnen.

Verfasser[5]) hatte vor Jahren festgestellt, dass nach der Dekapitation von albinotischen Kaninchen, Katzen und Affen die

[1]) Bernheimer, v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. XLIV. S. 536.

[2]) Bernheimer, Sitzung der Wiener Gesellschaft der Ärzte, Sitzung 26. III. 1897. Wien. klin. Wochenschr. 1897. S. 393.

[3]) Bach, L., v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. XLVII. H. 2 u. 3 und XLIX. H. 3. S. 529.

[4]) Bach, L., v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. XLIX. H. 1. S. 239.

[5]) Bach, L., v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. XLVII. H. 2 u. 3.

Pupillenreaktion noch vorhanden ist, wenn bei der Dekapitation die oberste Partie des Halsmarkes unversehrt bleibt. Die Zeitdauer des Erhaltenseins der Pupillenreaktion nach der Dekapitation war eine etwas schwankende, sie betrug durchschnittlich bei den Kaninchen 30 Sekunden, bei den Katzen 30—70 Sekunden, bei einem der dekapitierten Affen hatte ich 100 Sekunden die Reaktion beobachtet. Ich habe später gelegentlich diese Versuche wiederholt und dabei beobachtet, dass manchmal die Lichtreaktion nach der Dekapitation, auch wenn die oberste Partie des Halsmarkes unversehrt bleibt, nur einige Sekunden anhält.

Ich habe bei diesen Versuchen den Eindruck gewonnen, dass auf das frühere oder spätere Erlöschen der Lichtreaktion nach der Dekapitation die raschere oder langsamere Verblutung von Einfluss ist. Es dürfte daher bei solchen Versuchen zu empfehlen sein, möglichst rasch die Dekapitation vorzunehmen, sowie bei und nach der Dekapitation die Gefässe zu komprimieren, die durchtrennt werden.

Wurde sofort nach der Dekapitation eine Zerstörung des Halsmarkes bis an die Medulla oblongata heran vorgenommen, so war sofort die Lichtreaktion erloschen.

Verfasser hatte aus dem Ergebnis seiner Experimente auf das Vorhandensein eines Reflexzentrums geschlossen und führte zur Stütze dieser Behauptung weiterhin die Arbeit von v. Forster und Rieger[1]), die Arbeit von G. Wolff[2]), sowie die klinischen Erfahrungen bei Rückenmarkserkrankungen an. Zu verweisen wäre nunmehr noch auf die anatomischen Untersuchungen von Gaupp[3]) und die Arbeit von Torkel[4]), die ebenfalls für Beziehungen der Rückenmarksaffektionen zu der reflektorischen Pupillenstarre sprechen.

Meine Experimente fanden eine Nachprüfung durch S. Ruge[5]). Derselbe kam dabei im wesentlichen zu dem gleichen Resultat, indem auch er fand, dass nach der einfachen Dekapitation die Pupillenreaktion etwas verschieden lange Zeit vorhanden war, dahingegen fehlte, wenn er die Zerstörung des zurückgebliebenen Stückes des Halsmarkes vornahm.

Ruge nahm dann weiterhin Durchschneidungen der Medulla oblongata vor und fand, dass darnach die Lichtreaktion der

---

[1]) v. Forster und Rieger, v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. XXVII. 3.
[2]) Wolff, Archiv f. Psychiatrie. Bd. XXXII. H. 1. S. 1.
[3]) Gaupp, Psychiatr. Abhandl. v. C. Wernicke. 1898.
[4]) Torkel, Inaug.-Diss. Marburg 1903.
[5]) Ruge, v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. LIV. S. 483.

Pupillen vorhanden war. Dieses Resultat war ihm ein zwingender Beweis für die cerebrale Lage des Pupillarreflexzentrums.

Verfasser hatte schon vorher seine Experimente wieder aufgenommen, und zwar im Verein mit seinem Kollegen Hans Meyer, unter Benutzung des von letzterem angegebenen Apparates für künstliche Atmung. Zur Erhaltung einwandfreier Resultate und aus anderen Gründen ist künstliche Atmung unbedingt nötig bei den in Rede stehenden Versuchen.

Unsere Ergebnisse sind in v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie, Bd. LV, 3. H. und Bd. LVI, 2. H. niedergelegt und haben bis jetzt zu folgenden Resultaten geführt:

1. Vollständige, selbst mehrfache Durchschneidung des Halsmarkes mehrere Millimeter spinalwärts von der Rautengrube bringt bei der Katze keine Änderung der Pupillenreaktion hervor. (S. nebenstehende Fig. 8, z. B. bei 1 und 2.) Im Momente der Durchschneidung erfolgt eine Erweiterung der Pupille, wenige Sekunden darauf ist der Lichtreflex der Pupille in gleicher Weise vorhanden wie zuvor.

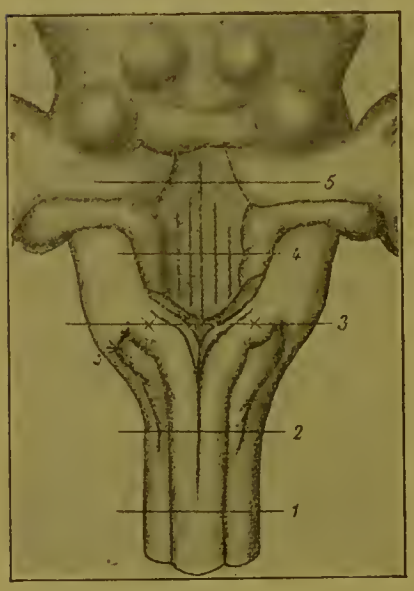


Fig. 8.

2. Doppelseitige Durchschneidung der Medulla oblongata am spinalen Ende der Rautengrube hat bei einer ganz bestimmten Lage des Schnittes sofortige Lichtstarre beider Pupillen zur Folge. (S. nebenstehende Fig. bei 3.)

3. Bei einem am spinalen Ende der Rautengrube rechtsseitig angelegten Schnitt trat linksseitige Lichtstarre auf bei zunächst prompter Reaktion der rechten Pupille. Erwartet hatten wir rechtsseitige Lichtstarre.

Die Freilegung der Medulla oblongata mit ihren leichten mechanischen und sonstigen Reizen genügt meist, um den Lichtreflex der Pupille erheblich herabzusetzen oder vollständige Starre hervorzurufen. Dabei besteht ausgesprochene Miosis und öfters ungleiche Weite der Pupillen (Tabespupillen!)[1])

[1]) Anm.: Schwarz (Funktionsprüfung des Auges, S. 217) vermutet, dass wir durch Reizung der von uns angenommenen Hemmungszentren allgemeine Starre hervorgerufen hätten. Dagegen spricht meiner Ansicht nach entschieden die Miosis. Ich bemerke ferner, dass sich unsere Versuchstiere bei Prüfung der Pupillenreaktion keineswegs in tiefer Narkose befunden haben.

Wir haben den Bestand einer lediglich durch Freilegung der Medulla oblongata hervorgerufenen Starre der Pupillen mehrmals über $^1/_4$ bis 1 Stunde beobachtet und in diesen Fällen die Starre in sofortige ausserordentlich prompte Reaktion umgewandelt durch einen in der Mitte der Rautengrube oder höher gelegenen doppelseitigen Schnitt durch die Medulla oblongata. (Z. B. bei 4 und 5 der nebenstehenden Fig. 8.)

Diese ausserordentlich prompte Reaktion haben wir bis zu einer Stunde nach der Durchschneidung beobachtet.

5. Einseitige Durchschneidung der Medulla oblongata in der Mitte der Rautengrube und cerebralwärts davon lässt die vorher träge oder aufgehobene Lichtreaktion der Pupille beiderseits wieder flott werden. Die noch bestehende Hemmung kann durch Kokainaufträuflung oder Äthereinwirkung vollkommen beseitigt werden.

Unsere Versuche ergeben das Vorhandensein einer ganz circumskripten, nahe der Mittellinie und dem Atemzentrum am spinalen Ende der Rautengrube gelegenen Zone, die für den Lichtreflex der Pupille von grösster Bedeutung ist.

Unsere Versuchsergebnisse lassen sich durch die Annahme eines regulierenden Einflusses dieser Stelle auf den Lichtreflex der Pupille, am besten wohl durch die Annahme eines daselbst gelegenen Reflexhemmungszentrums erklären.

Cerebralwärts davon liegt ein in Bezug auf den Lichtreflex der Pupille untergeordnetes Reflexzentrum, und zwar liegt dasselbe nach unseren Versuchen nicht spinalwärts von den hinteren Vierhügeln.

6. In allernächster Nähe des Hemmungszentrums für den Lichtreflex der Pupille liegt ferner ein Hemmungszentrum für die zu einer Pupillenerweiterung führenden Erregungen.

7. Die Annahme, dass in der Medulla oblongata das Pupillenerweiterungszentrum gelegen sei, ist dahin zu berichtigen und zu ergänzen, dass in der Medulla oblongata ein — allerdings sehr wichtiges! — Zentrum für die Pupillenerweiterung, und zwar höchstwahrscheinlich ein Hemmungszentrum, gelegen ist. Ausser diesem in der Medulla oblongata gelegenen Zentrum existieren ziemlich sicher noch mehrere andere für die Pupillenerweiterung höchst belangvolle Stellen im Cerebrospinalsystem.

Auf der Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1903 wurde von Levinsohn und Axenfeld Kritik

an diesen Experimenten und den daraus gezogenen Schlüssen geübt.

Levinsohn nahm an, dass Nebenverletzungen, besonders Sympathicusverletzungen oder Verletzungen des Trigeminus von Bedeutung für das Versuchsergebnis gewesen sein könnten, und glaubte, dass die Versuchsdauer nicht lang genug gewesen sei.

Es ist zuzugeben, dass bei unseren Versuchen Sympathicusfasern, die im Rückenmark und der Medulla oblongata verlaufen sollen, verletzt wurden. Verletzungen des Grenzstranges des Sympathicus sind selbstverständlich ausgeschlossen, ausser in den Fällen, wo wir absichtlich eine Verletzung des Halssympathicus oder eine Entfernung seines obersten Ganglion vorgenommen haben.

Nehmen wir einmal an, es wären sympathische Fasern des Halsmarkes oder der Medulla oblongata **zerstört** worden, so wäre die eventuelle Folge davon an den Pupillen, dass die Weite derselben etwas geringer geworden wäre, dahingegen wissen wir bestimmt, dass der Lichtreflex durch Durchschneidung von Sympathicusfasern nicht beeinflusst wird. Das ist a priori umso weniger anzunehmen, als es sich doch nur um Verletzung einer geringen Anzahl von Sympathicusfasern gehandelt haben kann, und wir wissen, dass nicht einmal die Entfernung des obersten Halsganglions den Lichtreflex anfhebt, ja auch nur nennenswert beeinflusst.

Nehmen wir nun an, es wären Sympathicusfasern, die zum Auge Beziehungen haben, **gereizt** worden, so wäre die Folge eine Erweiterung der Pupille gewesen. Der Lichtreflex wäre dadurch nicht oder nicht nennenswert herabgesetzt gewesen. Ein Erlöschen des Lichtreflexes habe ich nur beobachtet während der elektrischen Reizung des Ganglion cervicale snpremum. Es war dabei eine maximalste Mydriasis vorhanden und von der Iris nur mehr ein ganz schmaler Saum zu sehen.

Von solchen Verhältnissen war aber bei unseren Versuchen nicht im entferntesten die Rede, wir hatten im Gegenteil in der Regel eine ausserordentlich starke Miosis.

Meiner Erinnerung nach hat Levinsohn bei den Nebenverletzungen, die bei unseren Versuchen unbeachtet untergelaufen sein könnten, auch Läsionen des Trigeminus erwähnt. Da der Kern des sensiblen Trigeminusteiles sich bis in das Halsmark erstreckt, so muss eine Läsion des Trigeminus in Betracht gezogen werden. Es könnten damit Fasern lädiert worden sein, welche den Hemmungszentren — speziell ist an das Hemmungs-

zentrum für die Erweiterung zu denken — Erregungen zuleiten resp. deren Tätigkeit beeinflussen. Ich meine nur, dass diese Annahme an der Deutung unserer Versuche nichts zu ändern vermag.

Ich will nicht unterlassen, hier daran zu erinnern, dass von einzelnen Autoren bei Experimenten an Kaninchen und Hunden durch Reizung des Trigeminusstammes oder des Trigeminusursprunges an der Medulla oblongata und dem Halsmark Pupillenverengerung wahrgenommen wurde [Braunstein[1]), Eckhard[2])].

Der Einwand Levinsohn's[3]), betreffend die Versuchsdauer, gründet sich wohl auf seine Erfahrungen, die er nach der Entfernung des Ganglion cervicale supremum und nach Durchschneidung des Halssympathicus gemacht hat. Er hat hierbei festgestellt, dass die unmittelbar nach dem Experiment eintretenden Erscheinungen nicht von Dauer zu sein brauchen. Ich bezweifle diese auch von anderen Seiten gemachten Erfahrungen keineswegs, ich bezweifle nur, dass diese uns bekannten Erfahrungen von Einfluss sein können auf die Deutung unserer Resultate.

Ich gebe ohne weiteres zu und es geht dies sogar aus unseren Versuchen direkt hervor, dass eine länger dauernde Einwirkung und eine stärkere Einwirkung auf die Hemmungszentren das anfängliche Resultat ändern, ja ins Gegenteil verkehren kann; das darf aber nicht auffallen, das muss man direkt erwarten, ja ich würde das Ausbleiben dieses gegenteiligen Effektes für eine gegen unsere Auffassung sprechende Tatsache ansehen.

Als die wichtigsten unserer Versuche sehen wir natürlich die an, wo wir eine längere Zeit bestehende Lichtstarre und Miosis, die bei der Freilegung der Medulla oblongata eingetreten war, durch einen oberhalb des distalen Endes der Medulla oblongata angelegten Schnitt in prompte Lichtreaktion bei Mittelweite oder nahezu Mittelweite der Pupille umwandeln konnten. Einige Minuten nach der Durchschneidung wurde die Reaktion gewöhnlich noch etwas prompter, und auch durch Cocain oder Ätheranästhesie nahm die Reaktion an Promptheit zu.

Was für Momente mögen wohl die Miosis und die Lichtstarre bei der Freilegung der Medulla oblongata an ihrem distalen Ende bewirkt haben? Wir vermuten leichte mechanische Einwirkungen, zirkulatorische Störungen, Einwirkung der Luft.

---

[1]) Braunstein, Zur Lehre der Innervation der Pupillarbewegung. J. F. Bergmann's Verlag. 1894.

[2]) Eckhard, Centralbl. f. Physiologie. 1892. S. 129.

[3]) Levinsohn, v. Graefe's Arch. f. Ophth., LV, S. 144 und Zeitschr. f. Augenheilk., VI, S. 359.

Bei der Erklärung der Tatsache, dass eine bestehende Lichtstarre und Miosis in prompte Lichtreaktion bei Mittelweite der Pupillen umgewandelt wurde, kann man natürlich nicht den Einwand erheben, der früher zur Erklärung unserer negativen Resultate, d. h. des Erlöschens der Lichtreaktion erhoben wurde, dass es sich hier um Nebenverletzungen, um Einwirkung starker Blutungen etc. handelte, denn hier ist ja durch die schweren neuen Verletzungen ein positives Resultat erzielt worden, das längere Zeit von uns beobachtet wurde, wenn das Tier am Leben blieb und nicht etwa durch eine starke Blutung zugrunde ging.

Wir wissen für unsere Versuchsresultate auch heute keine bessere Erklärung als die Annahme von Hemmungszentren.

Wenn Levinsohn [1]) noch weiterhin meint, dass die Belichtung nicht stark genug war, so möchte ich bemerken, dass wir helles Tageslicht sowie auch eine vor einem Reflektor befindliche Glühlampe benutzten und für den nötigen Kontrast in der Belichtung gesorgt haben.

Für die Auffassung unserer Versuchsergebnisse wäre es übrigens ganz gleichgiltig, wenn z. B. durch Magnesiumlicht noch eine geringe Reaktion hervorgebracht worden wäre.

Axenfeld und Stock [2]) haben bei 4 Hingerichteten (Guillotinierten) die Pupillenreaktion unmittelbar nach dem Tode [3]) geprüft. Nur bei einem Kopfe reagierte die Pupille von der 17.—30. Sekunde, bei den anderen nicht. „Wir haben dann", sagt Axenfeld, „sofort durch die Piqûre die Medulla oblongata durchtrennt, um das angenommene Hemmungszentrum auszuschliessen, doch kehrte die Reaktion nicht wieder."

Axenfeld hat also geglaubt, es würde nach dem Erlöschen der Pupillenreaktion am toten Kopfe durch die Piqûre sich wieder Pupillenreaktion hervorbringen lassen, falls unterhalb des Schnittes ein Hemmungszentrum vorhanden wäre.

Dass Axenfeld bei diesem Experiment ein negatives Resultat erhalten würde, war vorauszusehen und eigentlich auch

[1]) Levinsohn, l. c.

[2]) Axenfeld und Stock, Bericht über die Verhandl. der ophth. Gesellsch. zu Heidelberg. 1903. Zehender's klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1903. September.

[3]) Soll wohl heissen nach der Enthauptung? Nach dem Tode ist der Lichtreflex immer erloschen. Nach der Enthauptung tritt aber nicht immer sofort der Tod ein, wovon man bei enthaupteten Tieren recht augenfällige Beweise sieht. Verfasser.

selbstverständlich. Jedenfalls liessen unsere Experimente ein positives Resultat nicht erwarten. Auch wir haben bei den Versuchen, wo der Tod des Tieres durch Verblutung oder irgend eine mangelhafte Versuchsausführung und -anordnung eingetreten war, niemals die erloschene Lichtreaktion durch eine Durchtrennung der Medulla oblongata wieder eintreten sehen, da mit dem Augenblick des Todes der Nerveneinfluss aufhört. Wir haben uns darüber nicht gewundert und keineswegs daraus den Schluss ziehen zu müssen geglaubt, dass damit die Annahme eines Hemmungszentrums am distalen Ende der Medulla oblongata auszuschliessen sei. Wir wissen, dass die Netzhaut sofort mit dem Aufhören der Zirkulation ihre Funktion einstellt, und es liegen keinerlei Beweise für die Annahme vor, dass, wenn andere nervöse Elemente und Zentren ihre Funktion eingestellt haben, die Hemmungszentren noch funktionieren. Nach dem Tode kann eine Durchschneidung der Medulla oblongata keine Hemmung mehr aufheben, weil keine mehr vorhanden ist.

Axenfeld hat nichts gesagt über die Weite der Pupillen, die vor der Piqûre vorhanden war. Dieser Punkt ist belangvoll. Bei einer Reizung der Hemmungszentren am distalen Ende der Medulla oblongata sind die Pupillen eng, ja meist ausserordentlich eng. Nach eingetretenem Tode beobachtet man zunächst in der Regel erweiterte, manchmal sogar beträchtlich erweiterte Pupillen. Diese Erfahrung haben wir so manchesmal bei unseren Versuchen machen müssen, wenn wir starke Blutverluste hatten. Wenn infolge Verblutung des Gehirnes die Pupillen weit und starr werden, dann haben wir niemals wieder die Reaktion zurückrufen können. Wir haben deshalb nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass starke Blutverluste den Versuch eventuell ganz scheitern lassen.

Neuerdings ist ferner Marburg bei einem Referat über unsere Arbeit in der Wiener klinischen Rundschau, No. 43, 1903, S. 785, in eine Kritik derselben eingetreten. Er meint, gegen die Existenz eines Hemmungszentrums des Pupillarreflexes in der Medulla oblongata sei nichts einzuwenden, sofern die Experimente einwandsfrei seien. Marburg sagt weiter: „Nun ist seit langem bekannt, und gerade unser Hinweis auf das Verhalten der Kniesehnenreflexe hätte darauf führen müssen, dass wir im Kleinhirn eine Art Zentrum für den Tonus der Muskulatur besitzen. Und vom Kleinhirn nimmt der Deiters'sche Kern — der annähernd an der von den Autoren verletzten Stelle liegt — die Impulse auf, um sie an die verschiedenen motorischen Zentren fortzuleiten.

Die Fortleitung für das Oculomotoriusgebiet besorgt das hintere Längsbündel, dessen aufsteigender Schenkel zum grösseren Teile gekreuzt verläuft. Und aus der Vierhügelgegend führt nicht, wie Bach vermutet, die Schleife in die Medulla oblongata, sondern der Tractus tectobulbaris, die Vierhügel-Hinterhirnbahn, deren Existenz völlig gesichert ist.“ Marburg glaubt nun, dass die Ursache des Ausbleibens des Lichtreflexes darin liege, dass der Deiters'sche Kern eine Läsion erfahren habe, der mit Hülfe des kreuzenden hinteren Längsbündels ganz gut die kontralaterale Pupille beeinflussen kann. Werden aber durch einen medianen Schnitt in der Ponsgegend die hinteren Längsbündel zerstört, so hört jeder Einfluss des Tonuszentrums auf. Damit darf aber keineswegs die Veränderung in der Pupillenweite konfundiert werden Sie betrifft ohnedies die reagierende Pupille, die enger ist (s. Versuch III), als die nicht reagierende. Untersuchungen, die Ref. mit Dr. Breuer machte, bestätigen die Existenz einer bulbären Sympathicusbahn, die in der Medulla oblongata bereits gekreuzt ist, weshalb ihre Schädigung gleichseitige Miosis zur Folge haben wird.“

Ich bin Marburg für die sachliche Kritik dankbar, und besonders ist mir der Hinweis auf den Tractus tectobulbaris angenehm gewesen.

Die Möglichkeit, dass unsere Versuchsergebnisse auf eine Beeinflussung des Deiters'schen Kernes zurückzuführen sind, möchte ich zugeben. Wir haben uns bislang über die Kerne, die durch unsere Läsion am spinalen Ende der Medulla oblongata verletzt sein könnten, mit Absicht nicht geäussert. Es sollte dies später auf Grund von mikroskopischen Untersuchungen geschehen.

Bekanntlich verbindet der Deiters'sche Kern Teile des Kleinhirns mit Zentren für den statischen Nerven und mit solchen, welche der Augenstellung dienen. „Er steht in enger Verbindung mit dem Ursprungsgebiet des Tonusnerven, seine Axencylinder durch das Acusticusgebiet hindurch rückenmarkwärts sendend. Er ist vielleicht ein Teil des Apparates, welcher erforderlich ist, die via Labyrinth erhaltenen Eindrücke auf die Körpermuskulatur zu übertragen (Edinger).“

Ob die Miosis der regierenden Pupille bei dem von Marburg angezogenen Versuche und überhaupt bei unseren Versuchen auf die bulbäre Sympathicusbahn zurückgeführt werden muss, möchte ich zunächst noch bezweifeln. Es würde bei dieser Annahme die lediglich durch Freilegung der Medulla oblongata entstandene hochgradigste Miosis nicht zu erklären sein, und weiterhin müsste

man annehmen, dass nach der Durchtrennung der sympathischen Fasern, sofern sie überhaupt mit dem Dilatator pupillae etwas zu tun haben, die Pupille enger würde, was bei unseren Versuchen nicht, wenigstens nicht durchweg der Fall war.

Nicht befreunden kann ich mich ferner zur Zeit mit der der Ansicht Marburg's, dass das Wiederauftreten der Lichtreaktion nach der Ponsdurchschneidung auf einen Ausfall des Tonuszentrums der Irismuskulatur zurückzuführen sei.

Aus unseren bisherigen Experimenten geht nicht hervor, ob wir es bei den von uns angenommenen Hemmungszentren mit automatisch wirkenden Zentren zu tun haben oder ob ihnen der Reiz zur Entfaltung einer hemmenden Wirkung durch besondere Bahnen erst zugeführt werden muss. Beide Arten von Hemmungszentren kommen bekanntlich vor. Es ist auch die Möglichkeit offen zu lassen, dass in dieser Hinsicht die beiden angenommenen Hemmungszentren sich verschieden verhalten könnten.

Auch über die Bahnen, durch die die Hemmungszentren beeinflusst werden, geben unsere Experimente keine präzise Auskunft.

Man kann daraus nur schliessen, dass die zuführenden Bahnen wohl hauptsächlich (ob ausschliesslich?) von dem Cerebrum herkommen und dass die abgehenden Bahnen cerebralwärts ziehen.

Da in einem Versuche eine einseitige, cerebral von den Hemmungszentren gelegene Durchschneidung den vorher beiderseitig aufgehobenen Lichtreflex wieder beiderseitig auftreten liess, so darf hieraus auf eine Kreuzung der absteigenden oder aufsteigenden Bahn geschlossen werden. Für eine solche Kreuzung spricht auch die Tatsache, dass wir bei einer zunächst rechtsseitigen Reizung des Hemmungszentrums eine linksseitige reflektorische Starre bekamen.

Ob die Kreuzung partiell oder total ist, vermag ich nicht zu sagen. Den Analogien zufolge ist die erstere Annahme wahrscheinlicher. Auch kann für diese Annahme die Beobachtung in gewissem Grade angeführt werden, dass eine einseitige Durchtrennung der Medulla oblongata cerebral von den Hemmungszentren zwar die Hemmung der Lichtreaktion aufhob, dass die Lichtreaktion aber prompter eintrat, nachdem durch Kokaïn und Äther auch die andere Hälfte leitungsunfähig gemacht wurde. Ich gebe jedoch zu, dass zur Erklärung dieser Beobachtung auch an andere Möglichkeiten gedacht werden kann. So könnte zunächst in den durchschnittenen Nerven noch ein gewisser Erregungs-

zustand vorhanden gewesen sein, der durch das Cocaïn und den Äther beseitigt wurde und deshalb die anfänglich noch vorhandene geringe Hemmung ganz geschwunden sein.

Hinsichtlich des Verlaufes der zu den Hemmungszentren hinziehenden Bahnen glaube ich, dass dieselben von den Vierhügeln an spinalwärts im Hirnstamm verlaufen. Ich glaube ferner, dass im wesentlichen diese Bahnen ihren Ursprung in der Hirnrinde haben.

Über die näheren Beziehungen dieser Bahnen zum Grosshirn kann ich auf Grund eigener Versuche nichts Bestimmtes zur Zeit behaupten, doch möchte ich ganz besonders im Hinblick auf die Versuche Braunstein's[1]) annehmen, dass die Hirnrinde hemmend auf die den Pupillarreflex übertragenden Apparate einwirkt.

Die Annahme, dass die Hirnrinde einen hemmenden Einfluss auf die der Iris zufliessenden Erregungen ausübt, schliesst natürlich die Annahme eines eigenen Hemmungszentrums in der Medulla oblongata nicht aus. Möglicherweise wirkt die Hirnrinde tonisierend auf dieses Hemmungszentrum.

Haben wir es aber mit einem automatisch wirkenden Hemmungszentrum in der Medulla oblongata zu tun, so könnte die Hirnrinde regulierend, ausgleichend auf das oder die Hemmungszentren einwirken.

Weitere Untersuchungen müssen die hier in Betracht kommenden Fragen noch klären.

Etwas zweifelhaft erscheint mir, ob auch die vom Opticus zu den Hemmungszentren für die Pupillenverengerung gelangenden Bahnen zuerst zur Hirnrinde aufsteigen. Es dünkt mir zur Zeit wahrscheinlicher, dass sie direkt von dem vorderen Vierhügel zu dem Hemmungszentrum ziehen. Jedenfalls dürfte ein Beweis für die gegenteilige Annahme zur Zeit keineswegs vorliegen.

Inwieweit die die Hemmungszentren beeinflussenden Bahnen nach dem Halsmark zu verlaufen, ob überhaupt eine direkte Beeinflussung dieser Zentren von dem Rückenmark her erfolgt, vermag ich nicht zu sagen.

Wichtig wäre, in Zukunft darauf zu achten, ob nach Verletzungen im Halsmark überhaupt irgend ein nennenswerter Einfluss auf die Lichtreaktion, sei es im verstärkenden, sei es im hemmenden Sinne, ausgeübt wird. Auch wäre durch weitere Versuche zu erforschen, wie der Einfluss der Durchschneidung des Halsmarkes

[1]) Braunstein, l. c.

sich gestaltet, wenn man das Tier eine Zeitlang, d. h. wenigstens eine Reihe von Tagen, am Leben lässt.

Ich möchte hier auf Experimente von Eckhard[1]) hinweisen, die zu folgendem Ergebnis führten:

1. Die Reizung der Seitenteile der Medulla oblongata ruft, von der Austrittsstelle des N. trigeminus beginnend, Pupillenverengerung hervor.

2. Gleichen Erfolg ergibt die Reizung des Rückenmarkes in der Höhe des 2. Halswirbels.

3. Die Reizung des Rückenmarkes in der Höhe des 4. und 5. Halswirbels ergibt ein negatives Resultat.

4. Auf Reizung des Rückenmarkes in der Höhe des 3. Halswirbels erfolgt eine unbedeutende Verengerung der Pupille.

Die Resultate waren bei Kaninchen, Katzen und Hunden nicht ganz gleich, und erscheinen weitere Experimente notwendig.

Von Wichtigkeit für den Verlauf der hier in Betracht kommenden Bahnen dürfte ferner auch die Beobachtung sein, die bereits früher gemacht wurde (Braunstein), dass eine Trennung der Medulla und der Pons von dem Grosshirn sofort die Pupillen verengert und dass darnach keine reflektorische Pupillenerweiterung mehr stattfindet. Es erhellt daraus der grosse Einfluss des Grosshirns auf die Reflexapparate.

Ich darf hier auch die häufigen klinischen Beobachtungen von Myosis und reflektorischer Starre bei Ponserkrankungen anführen, die entweder so zu erklären sind, dass dadurch die Einwirkung der Hemisphären auf die Hemmungszentren der Medulla oblongata ausgeschaltet wird oder die hemmenden Fasern gereizt werden.

Ich möchte hier auch noch einmal auf die oben kurz erwähnte Beobachtung von Pupillenverengerung bei Reizung des Trigeminus zurückkommen (Eckhard, Braunstein). Da dieselbe auch nach Durchschneidung des N. oculomotorius festgestellt wurde [Budge und O. Bernard[2])], so ist anzunehmen — vorausgesetzt, dass weitere Untersuchungen die Behauptung bestätigen —, dass der Reiz zur Verengerung im Ganglion ciliare, und zwar wohl durch den Trigeminusast des Ganglion übergeleitet wurde. Ich hoffe, auf diesen mir wichtig erscheinenden Punkt bald auf Grund eigener Experimente zurückkommen zu können.

[1]) Centralbl. f Physiologie. 1892. p. 129.

[2]) Nach Braunstein, l. c., S. 79 u. 80.

Einfluss der Hirnrinde auf die Pupille.

Die Hirnrinde besitzt aktive Stellen, deren Reizung stets Pupillenerweiterung zur Folge hat. Diese Erweiterung hängt nicht von der Reizung der sensiblen oder der sympathischen Fasern ab.

Als aktive Rindenstellen gelten besonders:

1. der der Nackensphäre und nächster Umgebung zugeschriebene Hirnteil;

2. die Fühlsphäre des Auges und

3. die Sehsphäre [Levinsohn][1]).

Bei Reizung dieser aktiven Stellen tritt Pupillenerweiterung noch auf auch nach Durchschneidung des Halssympathicus, nach Exstirpation des Ganglion cervicale supremum und Trennung des Rückenmarkes in der Höhe der oberen Halswirbel.

Als Leitungsnerv für diese Impulse ist nicht der Stamm des N. trigeminus anzusprechen, da die Durchschneidung dieses Nerven hinter dem Ganglion Gasseri, kombiniert mit der Durchschneidung des N. sympathicus das Auftreten der Erweiterung auf Reizung der Rinde nicht hemmt.

Da aber die Durchschneidung des N. oculomotorius, längere Zeit vor dem Experiment ausgeführt, bei Integrität aller übrigen Nervenbahnen die Pupillendilatation auf Reizung der aktiven Rindenstellen vollständig unterdrückt, so kann man schliessen, dass die Hemisphärenrinde Pupillenerweiterung dadurch hervorruft, dass sie die Tätigkeit des Oculomotoriuszentrums hemmt [Braunstein][2]).

Die Exstirpation des aktiven Rindenfeldes ist von Einfluss auf die reflektorische Dilatation der Pupille von den sensiblen Nerven aus, ebenso auf die Psychoreflexe der Pupillen.

Die Grosshirnrinde übt einen hemmenden Einfluss auf diejenigen Organe aus, welche die Übertragung des Reflexes von den sensiblen Nerven auf die Pupille zu besorgen haben.

Die Psychoreflexe schwinden nach Exstirpation des aktiven Rindenfeldes auf beiden Hemisphären, dagegen nimmt die reflektorische Erweiterung auf Reizung sensibler Nerven einen mehr aktiven Charakter der direkten Erweiterung vom N. sympathicus an [Braunstein][3]).

---

[1]) Levinsohn, Zeitschr. f. Augenheilk. VIII. S. 518.
[2]) Braunstein, l. c.
[3]) Braunstein, l. c.

Der Einfluss der subcorticalen Ganglien auf die Pupillenerweiterung.

Bei elektrischer Reizung des Corpus striatum, der Vierhügel, des Thalamus opticus tritt Pupillenerweiterung von demselben Typus auf, wie bei Reizung der Hirnrinde. Diese Erweiterung bleibt weder nach Durchschneidung des Sympathicus, der Exstirpation des obersten Ganglion des Sympathicus, noch nach Durchschneidung des obersten Halsmarkes aus. [Braunstein.][1])

Einfluss der sensiblen Nerven auf die Pupillenerweiterung.

Die Übertragung der Reflexe von den sensiblen Nerven auf die Pupille findet im Schädelhirn statt.

Trennt man die Medulla oblongata von dem Grosshirn, so erfolgt keine Pupillenerweiterung mehr auf Reizung der sensiblen Nerven; danach dürften die reflexübertragenden Zentralapparate in dem Grosshirn lokalisiert sein.

Durchschneidung des Trigeminus und des Halssympathicus hindert das Auftreten der reflektorischen Pupillenerweiterung nicht. Auch nach Exstirpation des obersten Ganglion des Halssympathicus ist die reflektorische Pupillenerweiterung noch vorhanden.

Hingegen wird durch eine Durchschneidung des Nervus oculomotorius bei ganz intaktem Sympathicus die reflektorische Pupillenerweiterung ganz aufgehoben.

Die reflektorische Pupillenerweiterung stellt keine aktive Erscheinung dar, sondern eine passive und ist bedingt durch eine Hemmung des Tonus des Nervus oculomotorius. Die Richtigkeit dieser Ansicht geht nicht nur aus Tierversuchen, sondern auch aus Beobachtungen an Menschen mit vollständiger Paralyse des Nervus oculomotorius hervor [Braunstein[2])].

Auch von den im Sympathicus verlaufenden sensiblen Fasern kann reflektorische Pupillenerweiterung ausgelöst werden. Die Übertragung des Reflexes vom sympathischen Nervensystem auf die Pupille erfolgt nicht direkt aufwärts durch den Nervus sympathicus, sondern durch das cerebrospinale System [Braunstein[3])].

Psychoreflexe.

An der Pupille sind fortwährend feinste Oscillationen wahrzunehmen. Dieselben hängen von den stetigen psychischen und

[1]) Braunstein, l. c.
[2]) Braunstein, l. c.
[3]) Braunstein, l. c.

nervösen Einflüssen auf die Pupille ab. Sie sind bei Gesunden stets vorhanden, stets vermisst habe ich sie bei der reflektorischen Starre. Nur wenn die Patienten mit reflektorischer Starre sich im Zustande stärkster Erregung befinden, können sie vorhanden sein.

Diese Psychoreflexe schwinden nach Exstirpation des aktiven Rindenfeldes auf beiden Hemisphären, sowie nach Durchschneidung des Nervus oculomotorius.

Durchschneidung des Sympathicus hindert nicht das Auftreten der Psychoreflexe.

Motorische (aktive) Pupillenerweiterungsbahn. Sympathicusbahn. (Siehe nebenstehendes Schema, Fig. 9!)

Die Pupillendilatatoren verlassen das Rückenmark ziemlich sicher nach den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen an Kaninchen, Hunden und Katzen durch die Rami communicantes der 7. und 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven. Beim Menschen dürfte nach den neueren Untersuchungen hauptsächlich der 8. Halsnerv und der 1. Brustnerv in Betracht kommen. Aus dem Ganglion thoracicum supremum gehen sie mit dem vorderen Aste der Ansa Wienssenii zum Ganglion cervicale inferius, aus dem letzteren gelangen sie durch den Halssympathicus in das Gangliom cervicale supremum. Dieses soll mit dem N. hypoglossus anastomosieren. — Nach ihrem Austritt aus dem Ganglion cervicale supremum trennen sie sich von den Rami carotidei, gelangen in den Schädel zum Ganglion Gasseri und vereinigen sich mit dem ersten Trigeminusast. Hinter dem Ganglion Gasseri enthält der N. trigeminus keine sympathischen Fasern für die Pupillenerweiterung. Mit dem ersten Trigeminusast ziehen die Pupillendilatatoren zum Auge und zwar übertragen die langen Ciliarnerven die Erregung. In das Ganglion ciliare treten diese Nerven nicht ein.

Nach Durchschneidung des Ramus ophthalmicus Nervi trigemini am Ganglion Gasseri gelingt es nicht mehr, auf Reizung des Halssympathicus Pupillenerweiterung hervorzurufen.

Die lateral liegenden langen Ciliarnerven innervieren die lateralen Irispartien, die medial liegenden langen Ciliarnerven die medialen Irispartien u. s. w.

Nach Exstirpation des Ganglion ciliare und Durchschneidung

der kurzen Ciliarnerven erfolgt bei Reizung des Halssympathicus eine prompte Erweiterung der Pupille. [Braunstein [1]).]

Automatie der Irismuskeln.

Unter Automatie verstehen wir die Fähigkeit eines Organes, nur unter dem Einflusse des Blutes tätig zu werden. Die Impulse zur Tätigkeit werden durch den Blutreiz in dem Organ selbst erzeugt, ihm nicht von anderswoher zugeleitet.

Lewandowsky [2]) hat, wie ich glaube, einwandsfrei nachgewiesen, dass eine solche Automatie für die glatten Muskeln der Iris besteht, und zwar hat er den Beweis dafür erbracht, dass

[1]) Braunstein l. c.

[2]) Lewandowsky, M., Über die Automatie des symp. Systems etc. Sitzungsbericht d. Berliner Akademie d. Wissensch. 1900. LII.

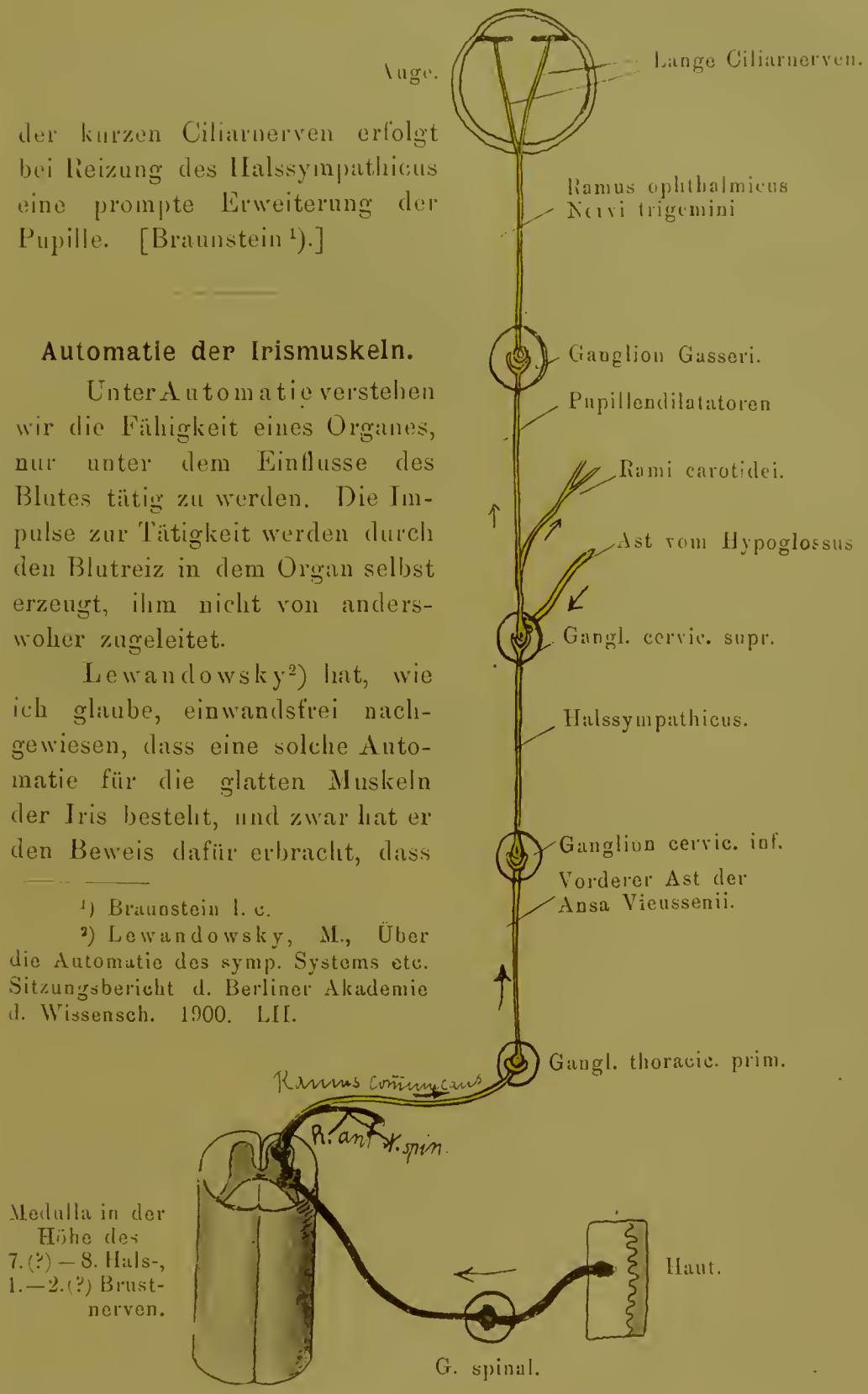


Fig. 9.

Motorische (aktive) Pupillenerweiterungsbahn (Sympathicusbahn).

der von allen nervösen Verbindungen losgelöste Dilatator durch den Blutreiz erregbar ist und unter dem Einflusse des Blutreizes (automatisch) tätig sein kann.

Die Versuche Lewandowsky's[1]) erklären auch die Tatsache, dass die Ausgleichserscheinungen an den vom Sympathicus versorgten glatten Muskeln des Auges sich schneller und vollkommener ausbilden, wenn das Ganglion supremum exstirpiert, als wenn nur der Sympathicus durchschnitten ist. Die bisherigen Erklärungen hierfür werden als fasch bezeichnet.

Wichtig ist auch, dass die Automatie der glatten Muskeln nicht unmittelbar nach dem Aufhören des nervösen Einflusses sich einstellt, sondern erst nach einiger Zeit. Diese Automatie dürfte vielleicht für manche bislang unerklärliche Erscheinung an den Pupillen die Erklärung bringen, und es erschien mir daher angezeigt, hier kurz darauf einzugehen.

Es lag nicht in meiner Absicht, in dieser Abhandlung eine erschöpfende Darstellung der Pupillarreflexbahnen und Pupillenreflexzentren unter Berücksichtigung der ganzen in Betracht kommenden Literatur zu geben. Es sollten vornehmlich Fragen besprochen werden, welche zur Zeit mit im Vordergrund des Interesses stehen, es sollten die Fragen speziell berücksichtigt werden, zu deren Beantwortung der Verfasser auf Grund eigner Untersuchungen und Beobachtungen glaubt, ein wenig beitragen zu können.

Verfasser ist sich wohl bewusst, dass wir von der definitiven Lösung einer Reihe der hier erörterten Fragen noch weit entfernt sind. Ich gestehe offen, dass mir umsomehr neue Fragen, neue Zweifel, neue Rätsel auftauchen, je eingehender ich mit dem Studium der Pupillenphänomene, mit den Zentren und Bahnen des Pupillenreflexes beschäftige.

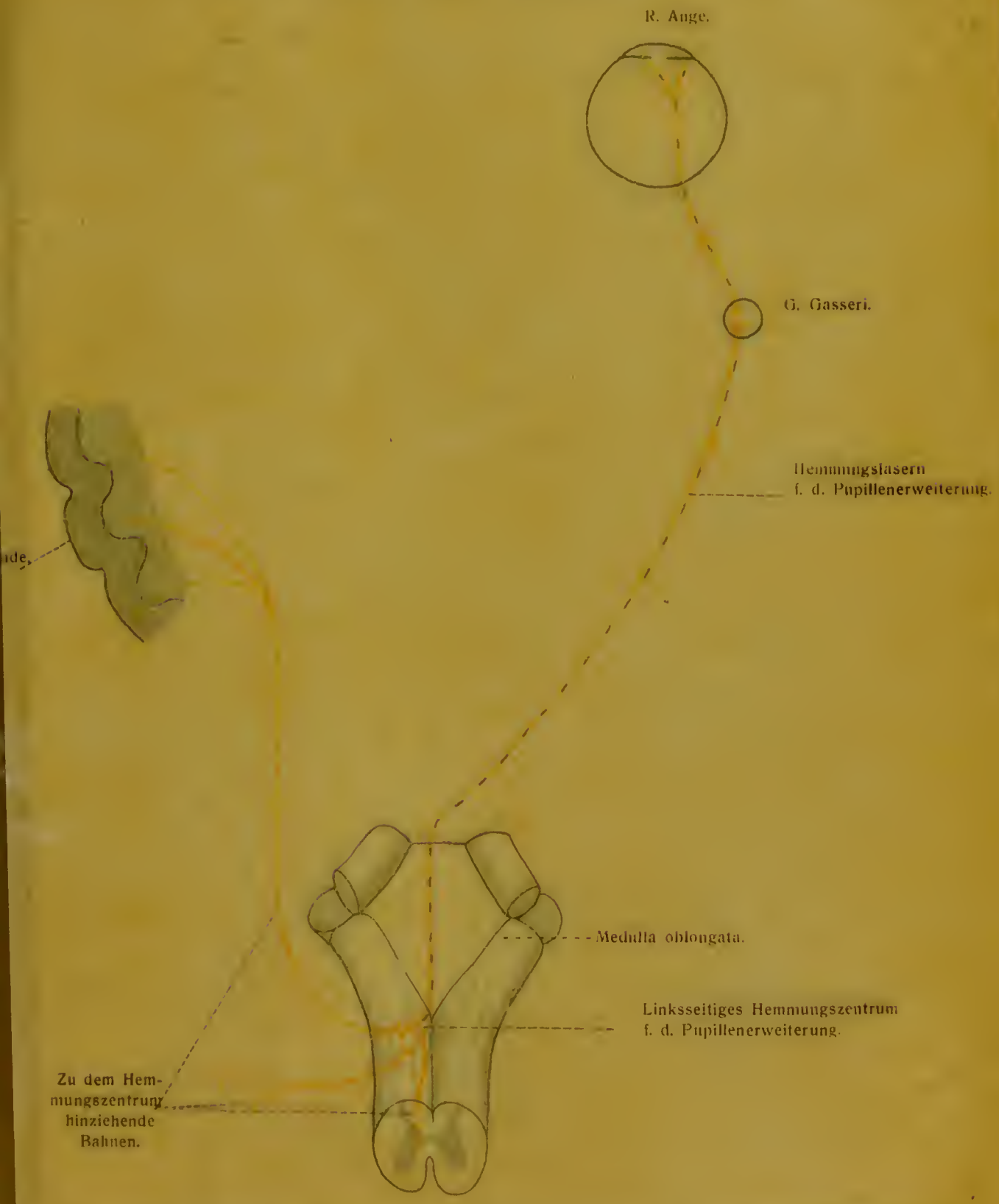
Gestaltet sich somit meiner Ansicht nach die Lösung der uns hier beschäftigenden Fragen zu einer recht mühevollen und schwierigen, so darf doch zugegeben werden, dass die Bearbeitung dieser Fragen eine äusserst interessante, eine geradezu fesselnde ist.

Das neuerdings so rege Interesse an den Pupillenphänomenen lässt hoffen, dass es mit vereinten Kräften bald gelingen wird, etwas mehr Klarheit in diesem so schwierigen Gebiete zu schaffen.

---

[1]) Lewandowsky, M., l. c.

Schematische Darstellung der zu dem Hemmungszentrum für Pupillenerweiterung hinziehenden und von ihm abgehenden Fasern.



Es ist höchst wahrscheinlich, dass am spinalen Ende der Rautengrube in nächster Nähe des Hemmungszentrum für die Pupillenverengerung (vielleicht mit demselben verbunden) ein Hemmungszentrum für die Pupillenerweiterung liegt. Es kann sich um ein automatisch wirkendes Hemmungszentrum handeln oder um ein solches, welches durch zuleitende Bahnen erregt wird. Über diese zuleitenden Bahnen wissen wir noch nichts Sicheres, immerhin darf als ziemlich sicher angenommen werden, dass von der Hirnrinde solche zuleitende Bahnen kommen. Die von dem Hemmungszentrum zum Auge ziehenden, die Pupillenerweiterung hemmenden Fasern verlaufen wohl zunächst im Hirnstamm und kreuzen sich vielleicht in demselben. Möglicherweise bestehen Beziehungen zum Ganglion Gasseri; dahingegen ist zur Zeit nicht gerade wahrscheinlich, dass Beziehungen zum Ganglion ciliare bestehen. (Näheres s. S. 133, 144.)

Schematische Darstellung der zu dem Hemmungszentrum für Pupillenerweiterung hinziehenden und von ihm abgehenden Fasern

Es ist höchst wahrscheinlich, dass am spinalen Ende der Rautengrube in nächster Nähe des Hemmungszentrum für die Pupillenverengerung (vielleicht mit demselben verbunden) ein Hemmungszentrum für die Pupillenerweiterung liegt. Es kann sich um ein automatisch wirkendes Hemmungszentrum handeln oder um ein solches, welches durch zuleitende Bahnen erregt wird. Über diese zuleitenden Bahnen wissen wir noch nichts Sicheres, immerhin darf als ziemlich sicher angenommen werden, dass von der Hirnrinde solche zuleitende Bahnen kommen. — Die von dem Hemmungszentrum zum Auge ziehenden, die Pupillenerweiterung hemmenden Fasern verlaufen wohl zunächst im Hirnstamm und kreuzen sich vielleicht in demselben. Möglicherweise bestehen Beziehungen zum Ganglion Gasseri; dahingegen ist zur Zeit nicht gerade wahrscheinlich, dass Beziehungen zum Ganglion ciliare bestehen. (Näheres S. 133, 144.)

Schematische Darstellung der zu dem Hemmungszentrum für Pupillenverengerung hinziehenden und von ihm abgehenden Bahn.

Die Fasern des oberen (motorischen) [illegible] kreuzen sich in der Mehrzahl im [illegible] kreuzen sich in der Vierhügelgegend.

Die zu dem Hemmungszentrum für die Lichtverengerung der Pupille hinziehenden Fasern ziehen ziemlich sicher von der Vierhügelgegend im Tractus tecto-spinalis zu dem Hemmungszentrum am spinalen Ende der Medulla oblongata. Ob von der Hirnrinde aus Bahnen zu diesem Hemmungszentrum hinziehen, ist nicht sichergestellt. Die von dem Hemmungszentrum abgehenden Bahnen verlaufen wahrscheinlich im hinteren Längsbündel, kreuzen sich in demselben und gelangen wohl über das Ganglion ciliare zum Auge.

ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS
12 MAY 24
LIBRARY

LAST TISSUE
LEAF GLUED
TO LAST PAGE
& TEXT SHOWS THRU

TEXT
PRINTED
ON
PAGE